

Vergleichende ergometrische Untersuchungen
bei koronarchirurgischen Eingriffen

von

Renate Seger

aus

Nürnberg

1979 #370

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. F.P. Gall

Vergleichende ergometrische Untersuchungen bei koronarchirurgischen Eingriffen

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Renate Seger

aus

Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten

Referent: Prof. Dr. R. Leutschaft

Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 31.05.1979

I. Einleitung und Problemstellung.

Die häufigsten Ursachen für Tod und Arbeitsunfähigkeit sind heute die Herz- und Kreislauferkrankungen, basierend auf der Arteriosklerose als eigentlicher Grundkrankheit.

Die koronare Herzerkrankung macht nur einen Teil der gesamten arteriosklerotischen Krankheitsbilder aus, doch hat gerade sie entscheidende Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und die Lebensdauer des einzelnen.

Beim Studium geschichtlicher Quellen stellt man fest, daß diese Erkrankung schon lange bekannt ist. Zwar variiert die Nomenklatur der einzelnen Entdecker dieses Krankheitsbildes:

Bonetus (1700) (23) spricht vom "plötzlichen Herztod mit Praekordialschmerz",

Petraglia (1778) (23) vom "Sternalschmerz",

Lancisis (23) und Ballonius (23) gebrauchen den Begriff "Herz- oder Brustschmerz",

Heberden (19) prägte die Bezeichnung "Angina Pectoris" - und doch wurden die Symptome dieser Krankheit von allen in ähnlicher, charakteristischer Weise geschildert.

Man unternahm die verschiedensten Versuche, diese Erkrankung zu behandeln.

Bis vor etwa zehn Jahren beschränkte man sich auf medikamentöse Therapiemöglichkeiten.

Erst mit dem Einsatz der Herz - Lungen - Maschine wurde es möglich, am Herzen längerdauernde operative Eingriffe vorzunehmen.

Dies war die Grundvoraussetzung für die koronarchirurgie, die sich im Laufe der letzten zehn Jahre ständig weiterentwickelte und immer mehr an Bedeutung gewann.

Schreiber (50) schildert rückblickend die verschiedenen Operationstechniken, die zur Verbesserung der koronaren Durchblutung durchgeführt wurden:

1. Endarterektomie
2. Patchgraft
3. Vineberg'sche Operation
4. Direkte Revaskularisierung einer Koronarie mittels aorto-coronarem Bypass

Dieses letzte Verfahren hat sich hinsichtlich der Operationsletalität und der positiven postoperativen Frühergebnisse allgemein als das erfolgreichste erwiesen.

Auch Hegemann (17) betrachtet die direkte Rekonstruktion einer verengten Koronarie durch aorto-coronarem Bypass als Methode der Wahl.

EKG, Thoraxröntgenbild, Koronarangiographie mit Kineangiographie sind zweifellos wertvolle diagnostische Untersuchungsmethoden, doch sagen sie leider wenig über die Leistungsfähigkeit eines Patienten aus.

Die in der Sport- und Arbeitsmedizin schon länger angewandte Fahrradergometrie erwies sich zur objektiven Leistungsmessung eines Patienten auch in der Kardiologie als brauchbar.

Sie hat den Vorteil der Reproduzierbarkeit und der Möglichkeit einer individuellen Leistungsdosierung.

Mittels dieser Methode galt es nun herauszufinden, ob sich bei Patienten mit aorto-coronarem Bypass eine postoperative Leistungssteigerung nachweisen läßt.

Die gemessene Leistung in Watt interessiert im Zusammenhang mit den dabei auftretenden EKG-, Puls- und Blutdruckveränderungen und den Beschwerden eines jeden Patienten bei dieser Belastung.

Entscheidend ist hier der Vergleich zwischen prae- und postoperativem Befund, wobei eine genaue Übereinstimmung der Versuchsanordnungen unerläßlich ist. Ziel der Untersuchung ist es weiterhin, eine Langzeitbeobachtung zu liefern. Denn nur sie gestattet eine Prognose über die postoperative Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Patienten, die einen aorto-coronaren Bypass erhalten haben.

II. Material und Methodik.

Im Zeitraum vom 1.10.1973 bis zum 1.2.1977 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik Göttingen 72 Patienten, die einen aorto-coronaren Bypass erhalten sollten bzw. erhielten, prä- und postoperativ einer eingehenden Diagnostik unterzogen. Sie bestand aus EKG, Phonokardiogramm, Apexkardiogramm, Carotis-, Femoralis- und Jugularispulskurvenregistrierung und einer Ergometrie mit laufender EKG- und Blutdruckkontrolle.

Die postoperative Untersuchung erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten: Der kürzeste Zeitabstand von der Operation betrug 6 Monate, der längste 4 Jahre.

Es erwies sich für die Auswertung der Versuchsergebnisse als zweckmäßig, die Patienten je nach dem Zeitpunkt der postoperativen Diagnostik in Gruppen zusammenzufassen:

Gruppennummer	Zeitpunkt der postoperativen Diagnostik	Patientenzahl
I	1/2 - 1 Jahr nach OP	33
II	1 - 2 Jahre nach OP	28
III	2 - 4 Jahre nach OP	11
insgesamt		72

Hinsichtlich der Art des angelegten aorto-coronaren Bypass ergab sich folgende Verteilung:

Einfacher aorto-coronarer Bypass	44
Zweifacher aorto-coronarer Bypass	23
Dreifacher aorto-coronarer Bypass	5
insgesamt	72

Unter den Patienten bestand folgende Altersunterteilung:

Unter 30 Jahren	1
31 - 50 Jahre	35
51 - 60 Jahre	25
über 61 Jahre	11
insgesamt	72

Ein bis zu zwei Tage vor der Operation und ebenso zum jeweiligen Termin der postoperativen Untersuchung wurde bei den Patienten mit einem Siemens - Cardirex in Ruhe und im Liegen folgende EKG - Ableitungen registriert: Die Standard - Extremitätenableitungen nach Einthoven I, II, III, die Goldberger - Ableitungen aVR, aVL und aVF, die Wilson - Ableitungen $V_1 - V_6$ und die Nehb'schen Ableitungen D, A, J.

Außerdem wurden das Phonokardiogramm über dem Erb'schen Punkt, der Jugularvenenpuls, das Apexkardiogramm, die Herzkinetik im 4. Interkostalraum, die Femoralis- und die Carotispulskurve registriert.

Der Blutdruck wurde mit der unblütigen Methode nach Riva Rocci gemessen.

Anschließend wurde bei allen Patienten eine Ergometrie mit einem elektrisch gebremsten Fahrradergometer der Firma Siemens durchgeführt.

Während der Belastung wurde das EKG mit einem Siemens-Gardix-Schreiber jede Minute aufgezeichnet und bis zu 10 Minuten nach der Belastung alle 3 Minuten.

Es wurden die Extremitätenableitungen nach Minthoven I, II und III registriert und die Brustwandableitungen nach Wilson V_2 , V_4 und V_6 . wobei die Elektroden für den rechten Arm und den linken Arm jeweils über der Scapula des Patienten angebracht wurden und die Elektroden für das linke Bein und das rechte Bein in der hinteren Axillarlinie in Höhe der 10. Rippe, um die Bewegungsfreiheit des Patienten nicht einzuschränken.

Während der ganzen Belastung konnte das EKG über ein Doppelgleichstrom - Kardioskop oszillographisch mitverfolgt werden.

Der Blutdruck wurde nach der unblutigen Methode von Riva Rocci alle 2 Minuten gemessen.

Die Ergometrie wurde bei allen Patienten mit 25 Watt bei einer während der ganzen Belastung konstanten Pedalumdrehung von 50 pro Minute begonnen. Nach 3 Minuten wurde die Belastungsstufe um jeweils 25 Watt gesteigert.

Ein Abbruch der Ergometrie erfolgte nach folgenden Kriterien:

1. Erreichen der Ausbelastungs Herzfrequenz ($200 - \text{Alter}$)
2. Blutdruckanstieg systolisch über 220 mmHg
diastolisch über 120 mmHg
3. Mehr als eine Extrasystole auf 5 normale Herzschläge

4. ST - Strecken Senkungen von 0,2 mV und mehr
5. Schmerzen oder Engegefühl in der Brust
6. Körperliche Erschöpfung
7. Atemnot
8. Schmerzen in den unteren Extremitäten (durch Ischämie oder Gelenkbeschwerden)
9. Kopfschmerzen und Schwindelgefühl

Ruhe EKG und Ergometrie wurden in tabellarischer Form niedergeschrieben und ausgewertet:

Ergometrieprotokoll

Datum:

Letzte Ergometrie:

Name:	Vorname:		Geburtsdag:		Gewicht:		Größe:							
			Beginn der Ergometrie:			Ende der Ergometrie:								
Ruhephase		Min	Watt		Watt		Watt		Watt		Watt		Erholungsphase	
RR	HF	1	RR	HF	RR	HF	RR	HF	RR	HF	RR	HF	RR	HF
		2												
		3												
Ruhebeschwerden		4												
		5												
		6												
Bemerkung:														

Begrenzende Kriterien

Mitarbeit

Objektiv	Subjektiv		
Uauffälliger Verlauf Abbruch wegen: EKG-Veränderungen RR-Verhalten Ermüdungsanstieg der HF Erreichen der Ausbelastungs HF	keine subj. Beschwerden Abbruch wegen: Herzschmerz, Druck im Brustbereich Druck bzw. Schmerz im Hals oder Armbereich Erschöpfung, Bein oder Gelenkbeschwerden Kopfschmerz, Schwindel	Unwillig Willig sehr gut	Abbruch erfolgt, obwohl der Patient hätte weitermachen können: ja nein

Tab. 1a: Protokoll zur Aufzeichnung der während der Ergometrie registrierten Daten.

Diagnostik		Name:	Vorname:
Mittelwerte der letzten drei Minuten:		Blutdruck und Herzfrequenzverhalten	
Wattstufe:		in der Ruhe und Belastungsphase in der Erholungsphase	
HF		erniedrigt	Rückbildung unter den Ausgangswert
systol,RR		adäquat	ausreichende Rückbildung
diastol,RR		erhöht	mangelhafte Rückbildung
Spitzenwerte		stark erhöht	sehr schlechte Rückbildung
HF	bei Watt in der Minute	Mittlerer arterieller Blutdruckwert: $p(M)=p(D) \text{ plus } 0,43$	
systol,RR	bei Watt in der Minute		
diastol,RR	bei Watt in der Minute	RR-Verhalten HF-Verhalten EKG	
Steady State(Dh.weniger als 8 Schläge/Min Differenz) auf der höchsten Wattstufe erreicht		Ruhephase	
ja	nein	Belastung Watt:	
		Belastung Watt:	
		Belastung Watt:	
Stellungnahme zu den objektiven Beobachtungen und zu den subjektiven Beschwerden:		Belastung Watt:	
		Belastung Watt:	
		Erholungsphase:	

Tab. 1b: Protokoll zur Auswertung der in Tab. 1a erfaßten Daten.

ENG-Auswertung,	Name:	Vorname:
ST-Senkung 2,5mm	Überleitung: PQ-Zeit 0,12 bis 0,19 sec	
2,0mm	AV-Block 3.Grades(Komplett)	
1,5mm	AV-Block 2.Grades(3:1,2:1,Wenkebach)	
1,0mm	AV-Block 1.Grades(PQ größer als 0,20 sec)	
0,5mm	WPW-Syndrom	
ST-Strecke	kurze PQ-Zeit(kleiner als 0,12 sec ,außer WPW)	
dessendierend	QRS:	
horizontal	Normale QRS-Dauer	
assendierend	kompletter LSB	
ST-Hebung:	inkompletter LSB	
3,0mm	kompletter RSB	
2,0mm	inkompletter RSB	
1,0mm	intraventrikulärer Block	
0,0mm	Arrhythmien:	
T-Welle	Keine Arrhythmie	
-3bis-1mm	ventrikuläre Tachykardie	
-1bis5mm	Verhofflammern oder Flattern	
0bis1mm	sonstige Arrhythmie(außer resp,Arrhythmie)	
1bis5mm	Extrasystolen	
über 5mm	Keine ES	
Medikamente:	seltene supraventrikuläre ES	
Flow:	gehäuften supraventrikuläre ES	
	gehäuften ventrikuläre ES	
	Austreibungszeit:	

Tab. 1c: Auswertungsschema des registrierten Ruhe-EKG.

Außerdem wurde die Flußrate im angelegten aorto-coronarem Bypass protokolliert, welche bei jedem Patienten intraoperativ gemessen wurde, und die prae- und postoperative Austreibungszeit an Hand der Carotispulskurve bestimmt. Mit Hilfe eines Auswertungsdiagramms wurde anschließend die frequenzbezogene, relative Austreibungszeit bestimmt.

Der mittlere arterielle Blutdruckwert wurde nach folgender Formel aus dem Ruheblutdruckwert errechnet:

$$\begin{aligned} \text{Mittlerer arterieller Blutdruck} &= \text{diastolischer Blutdruck} \\ &+ \text{Blutdruckamplitude} \cdot 0,43 \end{aligned}$$

Von jedem Patienten wurde eine Anamnese erhoben, die sich auf seine Beschwerden seit der Operation, seine Arbeitsfähigkeit und körperliche Leistungsfähigkeit bezog. Auch die augenblickliche Medikation eines jeden Patienten wurde registriert.

III. Ergebnisse.

A. Objektiv meßbare Daten.

Vergleich zwischen prae- und postoperativ erreichter Leistung in Watt:

Tabelle 2

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Gleiche Leistung in Watt wie praeoperativ	1 (3,1%)	5 (17,9%)	2 (18,2%)
Bessere Leistung, d.h. mindestens 25 Watt mehr als praeoperativ	18 (54,5%)	6 (21,4%)	2 (18,2%)
Wesentl. bessere Leistung, d.h. minst. 50 W. mehr als praeoperativ	13 (39,4%)	14 (50%)	4 (36,4%)
Schlechtere Leistung in Watt als vor der OP	1 (3,0%)	3 (10,7%)	3 (27,2%)
insgesamt	33	28	11

In allen Gruppen ist die Zahl derjenigen Patienten mit besserer bzw. wesentlich besserer postoperativer Leistung eindeutig größer als die derjenigen mit gleicher oder schlechterer postoperativer Leistung:

In Gruppe I lieferten 93,9% der Patienten postoperativ eine bessere bzw. wesentlich bessere Leistung.

In Gruppe II waren es 71,4%, in Gruppe III 54,6%. 6,1% der Patienten aus Gruppe I, 28,6% der Patienten aus Gruppe II und 54,4% der Patienten aus Gruppe III erbrachten postoperativ eine schlechtere oder die gleiche Leistung wie vor der Operation.

Es zeigt sich ein kontinuierlicher Leistungsabfall von Gruppe I zu Gruppe III.

Tabelle 3

	Mittelwert für die maximale Leistung in Watt		Standardabweichung	
	praeoperativ	postoperativ	praeoperat.	postoperat.
Gruppe I	74,2	109,8	24,2	25,6
Gruppe II	80,4	112,5	26,1	27,5
Gruppe III	75	100	25	31,6

Der Mittelwert für die maximale erreichte Leistung in Watt ist in allen Gruppen postoperativ höher als praeoperativ.

Am höchsten ist er in Gruppe II. Außerdem nimmt postoperativ die Streubreite der Einzelwerte in allen Gruppen zu.

Tabelle 4

Zusammenhang zwischen Zahl der angelegten aorto-coronaren Bypässe und der postoperativen Leistung:

Leistung	Einfacher aorto-coron. Bypass	Zweifacher aorto-coron. Bypass	Dreifacher aorto-coron. Bypass
Wesentl. bessere Leistung (d.h. mind. 50 W mehr als vor der Op)	13 (29,5%)	12 (52,2%)	4 (80%)
Bessere Leistung (d.h. mind. 25 W mehr als vor der Op)	20 (45,5%)	4 (17,4%)	1 (20%)
Gleiche Leistung in W. wie vor der Op	7 (15,9%)	6 (26,1%)	
Schlechtere Leistung als vor der Op	4 (9,1%)	1 (4,3%)	
insgesamt	44	23	5

75% der Patienten mit einfachem aorto-coronarem Bypass zeigten postoperativ eine bessere Leistung, 25% eine schlechtere.

Bei den Patienten mit doppeltem aorto-coronarem Bypass hat man annähernd die gleichen Verhältnisse:

69,6% mit besserer und 30,4% mit schlechterer Leistung.

Die Patienten mit dreifachem aorto-coronarem Bypass zeigen alle eine bessere postoperative Leistung.

Tabelle 5

Zusammenhang zwischen intraoperativ gemessener Flußrate im aorto-coronaren Bypass und der postoperativen Leistung:

Leistung und Flow	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Guter Flow ($>80 \frac{\text{ml}}{\text{Min}}$ u. gute Leistung (>75 Watt))	24 (72,7%)	18 (64,3%)	4 (36,4%)
Schlechter Flow ($<80 \frac{\text{ml}}{\text{Min}}$) u. schlechte Leistung (<75 Watt)	1 (3,1%)	3 (10,7%)	1 (9,0%)
Schlechter Flow und gute Leistung	1 (3,1%)	5 (17,9%)	3 (27,3%)
Guter Flow und schlechte Leistung	7 (21,1%)	2 (7,1%)	3 (27,3%)
insgesamt	33	28	11

In Gruppe I zeigen 72,7% der Patienten bei gutem Fluß eine gute postoperative Leistung. In Gruppe II sind es 64,3%, in Gruppe III 36,4%.

Auffallend niedrig ist in allen Gruppen die Zahl der Patienten mit schlechtem Fluß und schlechter Leistung: Gruppe I 3,1%, Gruppe II 17,9%, Gruppe III 27,3%.

Es ist keine eindeutige Korrelation zwischen beiden Größen nachweisbar.

Tabelle 6a

Zahl der stattgefundenen myokardialen Infarkte:

Infarkte	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Infarkt vor der Op	11 (33,3%)	9 (32,1%)	2 (18,2%)
Mehrere Infarkte vor der Op	1 (3,0%)		
Intraoperativer Infarkt		1 (3,6%)	
kein Infarkt	21 (63,7%)	18 (64,3%)	9 (81,8%)
Infarkt nach der Op			
Insgesamt	33	28	11

Alle registrierten Herzinfarkte sind in Gruppe I, II und III praeoperativ nachweisbar (mit Ausnahme eines intraoperativen Infarktes in Gruppe II).

Postoperativ wurde bei keinem Patienten ein Infarkt registriert.

Tabelle 6b

Zusammenhang zwischen stattgefundenem, myokardialen **Infarkt**
und der postoperativen Leistung:

Infarkt und Leistung	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Infarkt und bessere Leistung	11 (91,7%)	8 (80%)	2 (100%)
Infarkt und schlechtere Leistung	1 (8,3%)	1 (10%)	
Infarkt und gleiche Leistung		1 (10%)	
insgesamt	12 (100%)	10 (100%)	2 (100%)

In der Gruppe I befanden sich 2 Patienten mit einem Aneurysma, von denen einer die gleiche Leistung wie vor der Operation erbrachte und einer eine bessere.

Von den Infarktpatienten zeigen 91,7% in Gruppe I, 80% in Gruppe II und 100% in Gruppe III eine bessere postoperative Leistung.

Pulsfrequenzverhalten

Tabelle 7a

a. Ruhepulsfrequenz

Pulsfrequenz	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op
normal	25 (75,7%)	23 (69,7%)	18 (64,3%)	22 (78,6%)	9 (81,8%)	8 (72,7%)
erhöht (> 90)	6 (18,2%)	8 (24,2%)	9 (32,1%)	4 (14,3%)	2 (18,2%)	3 (27,3%)
erniedrigt (< 60)	2 (6,1%)	2 (6,1%)	1 (3,6%)	2 (7,1%)		
insgesamt	33	33	28	28	11	11

In allen Gruppen zeigt die Mehrzahl der Patienten ein normales Ruhepulsfrequenzverhalten.

Die restlichen Patienten neigen eher zu einer erhöhten Pulsfrequenz als zu einer niedrigen Frequenz.

Es bestehen prae- und postoperativ keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 7b

b. Pulsfrequenz bei der Belastung

Belastungspuls- frequenz	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op
normaler Puls- frequenzanstieg	30 (90,9%)	31 (93,9%)	21 (75%)	26 (92,9%)	9 (81,8%)	10 (90,9%)
zu schneller Pulsfrequenz- anstieg	3 (9,1%)	2 (6,1%)	5 (17,9%)	2 (7,1%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
zu langsamer Pulsfrequenz- anstieg			2 (7,1%)			
insgesamt	33	33	28	28	11	11

In allen Gruppen erhöht sich postoperativ diejenige Zahl der Patienten mit normalem Pulsfrequenzverhalten bei der Belastung, gleichzeitig verringert sich die Zahl der Patienten mit zu schnellem Pulsfrequenzanstieg.

Tabelle 7c

c. Erholungspulsfrequenz.

Erholungspuls- frequenz	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op
normale Puls- frequenzrückbil- dung	29 (87,9%)	18 (54,5%)	20 (71,4%)	17 (60,7%)	5 (45,5%)	6 (54,5%)
verzögerte Puls- frequenzrückbil- dung	4 (12,1%)	15 (45,5%)	8 (28,6%)	11 (39,3%)	6 (54,5%)	5 (45,5%)
zu starker Puls- frequenzabfall						
insgesamt	33	33	28	28	11	11

In der Erholungsphase sieht man postoperativ in Gruppe I und II eine Zunahme derjenigen Patienten, die mit einer verzögerten Pulsfrequenzrückbildung reagieren, während sich in Gruppe III diese Zahl verringert. Gleichzeitig verringert sich in Gruppe I und II die Zahl der Patienten mit normaler Pulsfrequenzrückbildung, während sie in Gruppe III zunimmt.

Tabelle 8

	Mittelwert der maximalen Puls- frequenz bei der Belastung (Schläge/Minute)		Standardabweichung	
	praeoperativ	postoperativ	praeoperat.	postoperat.
Gruppe I	112,8	132,1	22,9	20,4
Gruppe II	117,5	126,6	22,3	15,4
Gruppe III	111,9	127,2	14,4	20,9

In allen Gruppen liegt die unter Belastung erreichte maximale mittlere Pulsfrequenz postoperativ höher als praeoperativ, was für eine Zunahme der Leistungsbreite der Patienten spricht.

Blutdruckverhalten

Tabelle 9a

a. Ruheblutdruck

Ruheblutdruck	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op
normal	13 (39,4%)	26 (78,8%)	16 (57,1%)	18 (64,3%)	7 (63,6%)	6 (54,5%)
erhöht (systd. > 220mmHg) (diastd. > 120mmHg)		2 (6,1%)	1 (3,6%)	6 (21,4%)	2 (18,2%)	4 (36,4%)
erniedrigt (systd. < 100mmHg) (diastd. < 70mmHg)	20 (60,6%)	5 (15,1%)	11 (39,3%)	4 (14,3%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Bei den meisten Patienten erkennt man postoperativ einen normalen Ruheblutdruck.

Postoperativ findet man mehr Patienten mit erhöhtem Ruheblutdruck, während sich die Zahl der Hypotoniker verringert.

Tabelle 9b

Blutdruck bei der Belastung

Belastungsblutdruck	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op
normaler Blutdruckanstieg	19 (57,6%)	19 (57,6%)	20 (71,4%)	15 (53,6%)	9 (81,8%)	7 (63,6%)
zu starker Blutdruckanstieg (um mehr als 50mmHg)	4 (12,1%)	10 (30,3%)	5 (17,9%)	10 (35,7%)	2 (18,2%)	4 (36,4%)
mangelhafter Blutdruckanstieg (um weniger als 20mmHg)	10 (30,3%)	4 (12,1%)	3 (10,7%)	3 (10,7%)		
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Während der Belastung zeigt die Mehrzahl der Patienten prae- und postoperativ einen normalen Blutdruckanstieg. Gleichzeitig beobachtet man postoperativ in allen Gruppen eine Zunahme der Zahl derjenigen Patienten, die unter Belastung mit einem zu starken Blutdruckanstieg reagieren.

Tabelle 9c

Blutdruckverhalten nach der Belastung

	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op	vor Op	nach Op
Erholungsblutdruck- rückbildung	24 (72,7%)	24 (72,7%)	24 (85,7%)	22 (78,6%)	11 (100%)	7 (63,6%)
zu starker Blut- druckabfall	9 (27,3%)	8 (24,2%)	3 (10,7%)	4 (14,3%)		3 (27,3%)
mangelnde Blut- druckrückbildung		1 (3,1%)	1 (3,6%)	2 (7,1%)		1 (9,1%)
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Die meisten Patienten reagieren prae- und postoperativ mit einer normalen Blutdruckrückbildung.

Auffallend ist in Gruppe II und III postoperativ, das gehäufte Auftreten von Patienten, die in der Erholungsphase einen zu starken Blutdruckabfall zeigen.

Tabèlle 10

Mittlere Blutdruckwerte

	Mittelwert d. mittl. arter. Blutdruckes i. Ruhe (mmHg)		Standardabweichung		Mittelw.d.max. systol. Blutdr. unter Belastung (mmHg)		Standardabweichung		Mittelw.d.max. diastol. Blutdr. unter Belastung (mmHg)		Standardabweichung	
	praeop.	postop.	praeop.	postop.	praeop.	postop.	praeop.	postop.	praeop.	postop.	praeop.	postop.
Gruppe I	92,4	108,2	9,8	12,3	142,8	184,7	26,9	21,9	75,5	97,1	7,7	8,7
Gruppe II	98,7	108,1	11,6	15,8	159,8	174,5	20,3	27,5	81,6	97,5	10,3	13,2
Gruppe III	104,1	104,5	13,4	13,8	178,8	184,1	34,7	23,1	96,3	87,3	12,4	13,5

In allen Gruppen sieht man postoperativ eine Zunahme des Mittelwertes des mittleren arteriellen Blutdruckes in Ruhe.

Auch der Mittelwert des maximal erreichten systolischen Blutdruckes unter Belastung liegt postoperativ in allen Gruppen höher, während der maximal erreichte diastolische Mittelwert nur in Gruppe I und II postoperativ höher ist.

Tabelle 11a

Postoperative Veränderungen der relativen Austreibungszeit:

Austreibungszeit	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Bessere relative Austreibungszeit als vor der Op	15 (45,5%)	14 (50%)	6 (54,5%)
Schlechtere relat. Austreibungszeit als vor der Op	13 (39,4%)	12 (42,9%)	5 (45,5%)
Gleiche Austreibungszeit wie vor der Op	5 (15,1%)	2 (7,1%)	
insgesamt	33	28	11

Im Bezug auf die relative Austreibungszeit findet man in

allen drei Gruppen ein annähernd gleichmäßiges Auftreten von besserer und schlechterer postoperativer Austreibungszeit. Es besteht kaum ein Unterschied zum praeoperativen Befund.

Tabelle 11b

	Mittelwert der relativen Austreibungszeit in Ruhe (%)		Standardabweichung	
	praeoperat.	postoperat.	praeoperat.	postoperat.
Gruppe I	102,5	102,6	7,9	7,5
Gruppe II	98,2	100,3	6,8	6,3
Gruppe III	88,5	99,8	7,0	8,1

Die Mittelwerte der relativen Austreibungszeit liegen in allen Gruppen prae- und postoperativ dicht beieinander, es besteht kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 12

Vergleich zwischen prae- und postoperativen Ruhe-EKG-Veränderungen.

EKG-Veränderungen	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.
Unauffälliges Ruhe-EKG	13 (39,4%)	24 (72,7%)	13 (46,4%)	22 (78,6%)	6 (54,5%)	5 (45,5%)
Leichte ST-Streckensenkung in V_4 - V_6 ($<0,2\text{mV}$)	10 (30,3%)	7 (21,3%)	3 (10,7%)	5 (17,8%)	2 (18,2%)	6 (54,5%)
Deutliche ST-Streckensenkung in V_4 - V_6 ($>0,2\text{mV}$)	3 (9,1%)	1 (3,0%)		1 (3,6%)		
ST-Streckenelevation in V_4 - V_6 ($\leq 0,2\text{mV}$)	3 (9,1%)	1 (3,0%)	2 (7,1%)			
ST-Streckenelevation in V_4 - V_6 mit nachfolgend spitznegativer T-Welle	1 (3,0%)					
Rechtsschenkelblock	1 (3,0%)					
Flache T-Welle in V_1 - V_6 ($-0,1\text{mV}$ bis $+0,1\text{mV}$)	2 (6,1%)		4 (14,3%)		2 (18,2%)	
Flache T-Welle in V_1 - V_6 und leichte ST-Streckensenkung			6 (21,5%)		1 (9,1%)	
insgesamt	33	33	28	28	11	11

In Gruppe I erhöht sich postoperativ die Zahl der Patienten mit normalem Ruhe-EKG. Gleichzeitig findet man nach der

Operation weniger Patienten mit diskreten bzw. deutlichen ST-Strecken-Senkungen im Ruhe-EKG, insgesamt ein Rückgang der ischämischen Zeichen.

In Gruppe II zeigen postoperativ mehr Patienten ein unauffälliges Ruhe-EKG.

Beim übrigen Patientenkollektiv sieht man eine postoperative Zunahme der leichten und starken ST-Strecken-Senkungen. Doch fällt dieses Patientengut zahlenmäßig kaum ins Gewicht.

In Gruppe III verringert sich postoperativ die Zahl der Patienten mit normalem Ruhe-EKG. Gleichzeitig reagieren wesentlich mehr Patienten postoperativ mit einer ST-Strecken-Senkung.

Hier liegt eine Zunahme der diskreten ischämischen Zeichen vor.

Tabelle 13

Belastungs-EKG-Veränderungen.

EKG-Veränderungen	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.
Keine EKG-Veränderungen b. d. Belastung	9 27,3%	6 18,1%	6 21,4%	6 21,4%	1 9,1%	
Leichte ST-Strecken-senkung in V_4-V_6 ($< 0,2\text{mV}$)	14 42,5%	9 27,3%	8 28,6%	4 14,3%	7 63,6%	4 36,4%
Deutl. ST-Strecken-senkung in V_4-V_6 ($> 0,2\text{mV}$)	3 9,1%	8 24,2%	7 25%	7 25%	2 18,2%	2 18,2%
Deutl. ST-Streckensenkg. 1 mit negat. T in V_2-V_6	3 3,0%					
Leichte ST-Strecken-senk. m. negat. T in V_2-V_6						2 18,1%
Seltene ventr. Extrasystolen	1 3,0%	3 9,1%	2 7,1%	2 7,1%		
gehäufte ventr. Extrasystolen		2 6,1%	1 3,6%	1 3,6%		
ST-Streckenelevat. in V_2-V_4 ($\leq 0,1\text{mV}$)	1 3,0%	1 3,0%	1 3,6%			
Zwischenzeitl. auftretender Linksschenkelblock		1 3,0%				
Zwischenzeitl. auftretender Bigeminus	1 3,0%					
Starke ST-Strecken-senkung u. vereinz. ventr. Extrasystolen		1 3,0%		1 3,6%		
T-Wellenpositivierung in V_2-V_6	3 9,1%	2 6,1%	1 3,6%	4 14,3%		

EKG-Veränderungen	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	prae- op.	post- op.	prae- op.	post- op.	prae- op.	post- op.
T-Wellenpositivierung u. vereinzelte ventr. Extrasystolen				2 7,1%		
vereinz. supraventr. Extrasystolen				1 3,6%		
aszendierende ST-Streck- kensenkung in V_4-V_6 ($<0,2mV$)			2 7,1%		1 9,1%	
seltene ventr. Extra- systolen u. leichte ST- Streckensenkung in V_4-V_6 ($<0,2mV$)						3 27,3%
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Gruppe I: Eine Abnahme der Patientenzahl mit unauffälligem Belastungs-EKG und derjenigen mit leichter ST-Streckensenkung. Dagegen besteht eine Zunahme der Patienten mit deutlicher ST-Streckensenkung im Belastungs-EKG. Es zeigt sich ein Gleichbleiben der Ischämiereaktion.

Gruppe II: Nach der Operation die gleiche Zahl von Patienten mit normalem Belastungs-EKG und deutlichen ST-Streckensenkungen. Das Kollektiv mit diskreten ST-Streckensenkung ging etwas zurück.

Auch hier erkennt man ischämische Zeichen wie vor der Operation.

Gruppe III: Kein Patient hat postoperativ ein normales Be-

leistungs-EKG. Postoperativ sieht man genausoviel Patienten mit deutlichen ST-Streckensenkungen und weniger mit diskreten ST-Streckensenkungen.

Es ist keine Rückbildung der Ischämiezeichen zu erkennen.

In allen drei Gruppen besteht postoperativ eine verstärkte Neigung zu Extrasystolen.

Tabelle 14

EKG-Veränderungen nach der Belastung.

EKG-Veränderungen	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.
Während u. nach d. Belastung keinerlei EKG-Veränderungen	10 30,3%	4 12,2%	6 21,4%	7 25%	1 9,1%	
Rückbildung d. EKG-Veränderungen zur Ausgangssituation	18 54,6%	22 66,7%	17 60,7%	13 46,4%	7 63,6%	6 54,5%
Fortbest. d. EKG-Veränderungen, d. während d. Belastung aufgetreten sind	3 9,1%	3 9,1%	3 10,7%	5 17,8%	3 27,3%	2 18,2%
EKG-Veränderungen d. erst i. d. Erholungsphase auftreten						
Diskrete ST-Streckensenkung in V_4-V_6 ($<0,2\text{mV}$)		1 3,0%				1 9,1%
T-Wellenabflachung in V_2-V_6 ($T<0,1\text{mV}$) bzw. Negativierung	1 3,0%	1 3,0%				1 9,1%
Vereinz. ventr. bzw. supraventr. Extrasystolen	1 3,0%	2 6,0%	1 3,6%	2 7,2%		
Gehäufte ventr. Extrasystolen			1 3,6%			
Deutl. ST-Streckensenkung i. V_4-V_6 ($>0,2\text{mV}$)				1 3,6%		1 9,1%
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Über die Hälfte aller Patienten zeigt sowohl prae- als auch postoperativ die Tendenz zu einer vollständigen Rückbildung der Belastungs-EKG-Veränderungen in der Erholungsphase.

Die andere Hälfte liefert keine EKG-Veränderungen bei der Belastung und auch nicht in der Erholungsphase oder reagiert mit einem Fortbestehen der Belastungs-EKG-Veränderungen in der Erholungsphase.

Nur ein geringer Teil der Patienten reagiert erst in der Erholungsphase mit EKG-Veränderungen in Form von Ischämiezeichen oder Neigung zu Extrasystolen.

Tabelle 15

Abbruchkriterien bei der Ergometrie.

Kriterien	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	prae- op.	post- op.	prae- op.	post- op.	prae- op.	post- op.
praekord.Schmerzen	16 48,5%	2 6,1%	7 25%	1 3,6%	5 45,4%	2 18,2%
Pulsfrequenzmäßige Ausbelastg.(200 - Al- ter)	1 3,0%	9 27,3%	3 10,7%	1 3,6%		2 18,2%
Blutdruck systol. 220mmHg	1	1		5		
diast. 120mmHg	3,0%	3,0%		17,9%		
Schmerzen i. d. Beinen (Gelenk- schmerzen, Ischämie)		3 9,0%		3 10,7%	1 9,1%	1 9,1%
Erschöpfung	7 21,2%	5 15,2%	5 17,9%	6 21,4%		2 18,2%
Atemnot		1 3,0%	2 7,0%			1 9,0%
ST-Streckensenkung 0,2mV	5 15,2%	9 27,3%	5 17,9%	6 21,3%	3 27,3%	2 18,2%
Angina pectoris u. ST-Streckensenkung	2 6,1%	1 3,0%	5 17,9%	1 3,6%	2 18,2%	1 9,1%
Angina pectoris, Schwindel, Erschöp- fung		2 6,1%		1 3,6%		
Beinschmerzen und Angina pectoris	1 3,0%					
Angina pectoris u. Atemnot			1 3,6%	3 10,7%		
Mehr als eine ventr. Extrasyst. a. 5 nor- male Schläge				1 3,6%		
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Postoperativ führten in allen Gruppen praekordiale Schmerzen seltener zu einem Abbruch der Ergometrie. Die ST-Streckensenkung ist nach der Operation bei allen Patienten weiterhin ein häufiges Abbruchkriterium, doch tritt sie seltener in Kombination mit einer Angina pectoris auf.

Diese Ergebnisse zeigen einen Rückgang der subjektiven Beschwerden während der Belastung.

Postoperativ steigt in Gruppe I und III die Möglichkeit einer pulsfrequenzmäßigen Ausbelastung der Patienten.

Auffallend ist die postoperative Neigung zu starkem Blutdruckanstieg in Gruppe II.

b. Subjektiv beeinflusste Untersuchungsergebnisse.

Tabelle 16

Postoperatives Befinden der Patienten.

Beschwerden	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Weniger Beschwerden als vor der Op.	10 (30,3%)	7 (25%)	2 (18,2%)
Genausoviel Beschwer- den wie vor der Op.	6 (18,2%)	2 (7,2%)	2 (18,2%)
Seit der Op keine Beschwerden mehr	17 (51,5%)	17 (60,7%)	5 (45,4%)
Mehr Beschwerden als vor der Op.		2 (7,1%)	2 (18,2%)
insgesamt	33	28	11

In Gruppe I haben 81,8% der Patienten seit der Operation weniger bzw. gar keine Beschwerden mehr.

In Gruppe II sind es 85,7% und in Gruppe III 63,6%

Dagegen haben 18,2% der Patienten in Gruppe I, 14,3% in Gruppe II und

36,4% in Gruppe III die gleichen oder stärkere Schmerzen.

Eine eindeutige postoperative Abnahme der subjektiven Beschwerdesymptomatik in allen Gruppen.

Tabelle 17

Prae- und postoperative Beschwerden bei der Belastung.

Beschwerden	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	praeop.	postop.	praeop.	postop.	praeop.	postop.
keine Beschwerden	10	22	12	20	3	6
b.d. Belastung	30,3%	66,7%	42,9%	71,4%	27,3%	54,5%
leichte Beschwer-	11	6	10	4	2	3
den b.d. Belastg.	33,3%	18,2%	35,7%	14,2%	18,2%	27,3%
starke Beschwerd.	12	5	6	2	6	1
b.d. Belastung	36,4%	15,1%	21,4%	7,2%	54,5%	9,1%
Bereits in Ruhe				2		1
Beschwerden				7,2%		9,1%
insgesamt	33	33	28	28	11	11

84,9% der Patienten in Gruppe I, 85,6% der Patienten in Gruppe II und 81,8% der Patienten in Gruppe III haben postoperativ keine oder nur leichte Beschwerden bei der Belastung.

(Praeoperativ waren es 63,6% in Gruppe I, 78,6% in Gruppe II und 45,5% in Gruppe III).

Eine deutliche Zunahme der Patienten mit geringer Beschwerdesymptomatik.

15,1% der Patienten aus Gruppe I, 14,4% aus Gruppe II, 18,2% aus Gruppe III hatten postoperativ starke Beschwerden bei der Belastung oder bereits in Ruhe Beschwerden.

(Praeoperativ waren es in Gruppe I 36,4%, in Gruppe II 21,4% und in Gruppe III 54,5%).

Eine deutliche Abnahme der Zahl der Patienten mit starker Beschwerdesymptomatik.

Tabelle 18

Zusammenhang zwischen der Beschwerden bei der Belastung
und der gemessenen Leistung in Watt.

Beschwerden u. Leistung	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	praeop.	postop.	praeop.	postop.	praeop.	post- op.
Beschwerden u. schlechte Leistung (75 Watt)	21 63,6%	4 12,1%	13 46,4%	4 14,3%	6 54,5%	1 9,1%
Beschwerden u. gute Leistung (75 Watt)	2 6,1%	4 12,1%	1 3,6%	2 7,1%	2 18,2%	2 18,2%
Keine Beschwerden u. schlechte Lei- stung	1 3,0%	4 12,1%	4 14,3%	2 7,1%	1 9,1%	3 27,3%
Keine Beschwerden u. gute Leistung	9 27,3%	21 63,7%	10 35,7%	20 71,5%	2 18,2%	5 45,4%
insgesamt	33	33	28	28	11	11

In allen drei Gruppen verringert sich postoperativ die
Zahl der Patienten mit schlechter Leistung und Beschwerden:

In Gruppe I von 63,6% auf 12,1%

In Gruppe II von 46,4% auf 14,3%

In Gruppe III von 54,5% auf 9,1%

Gleichzeitig erhöht sich postoperativ das Patientenkollek-
tiv mit guter Leistung und ohne Beschwerden:

In Gruppe I von 27,3% auf 63,7%

In Gruppe II von 35,7% auf 72,5%

In Gruppe III von 18,2% auf 45,4%

Dies ist beweisend für eine postoperative Leistungszunahme bei gleichzeitiger Abnahme der Beschwerdesymptomatik.

Tabelle 19

Zusammenhang zwischen einer ST-Streckensenkung im Belastungs-EKG und den pektanginösen Beschwerden des Patienten bei der Belastung.

	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.	prae-op.	post-op.
ST-Streckensenkung u. Beschwerden	14 42,4%	6 18,2%	8 28,6%	2 7,1%	6 54,6%	5 45,5%
ST-Streckensenkung o. Beschwerden	2 6,1%	11 33,3%	5 17,8%	8 28,6%	2 18,2%	5 45,5%
Beschwerden ohne ST-Streckensenkung	8 24,2%	3 9,1%	8 28,6%	5 17,9%	2 18,2%	
Keine ST-Streckensenkung u. keine Beschwerden	9 27,3%	13 39,4%	7 25%	13 46,4%	1 9,0%	1 9,0%
insgesamt	33	33	28	28	11	11

Auf Grund des vorliegenden Zahlenmaterials ist weder prae- noch postoperativ eine Korrelation zwischen einer ST-Streckensenkung im Belastungs-EKG und pektanginösen Beschwerden zu erkennen.

Tabelle 20

Postoperative Wiederaufnahme der Arbeit.

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Pat. arbeitet wieder	16 53,3%	10 47,6%	3 30%
Pat. arbeitet seit d. Op. noch nicht, hat aber d. Absicht, wieder zu arbeiten	3 10%	1 4,8%	1 10%
Pat. vorzeitig berentet	7 23,4%	5 23,8%	2 20%
Pat. i. Rentenalter	1 3,3%	5 23,8%	2 20%
Pat. arbeitet seit d. Op. nicht mehr u. auch nicht d. Absicht, wieder zu arbeiten	3 10%		2 20%
insgesamt (leider keine vollständigen Angaben d. Pat.)	30	21	10

63,3% der Patienten aus Gruppe I, 52,4% der Patienten aus Gruppe II, 40% der Patienten aus Gruppe III arbeiten seit der Operation wieder oder haben die Absicht, ihre Arbeit wieder aufzunehmen.

Vorzeitig berentet, bzw. nicht mehr arbeitsfähig sind in Gruppe I 33,4%, in Gruppe II 23,8%, in Gruppe III 40% der Patienten.

Der Anteil der Rentner beträgt in Gruppe I 3,3%, in Gruppe II 23,8% und in Gruppe III 20%.

Aus diesen Zahlen ergibt sich eine Verringerung der Zahl der arbeitsfähigen Patienten mit wachsendem Zeitabstand von der Operation bei gleichzeitiger Zunahme der Zahl der berenteten und arbeitsunfähigen Patienten.

Tabelle 21

Altersverteilung des Patientengutes.

	Mittleres Alter in Jahren	Standardab- weichung
Gruppe I	51,5	5,6
Gruppe II	49,2	7,1
Gruppe III	52,7	9,7

Das höchste mittlere Alter in Jahren liefert Gruppe III, dann folgen Gruppe I und II.

Gruppe III zeigt außerdem die größte Standardabweichung, Gruppe I die geringste.

Tabelle 22

Postoperative körperliche Betätigung.

körperl. Betätigung	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Pat. betätigt sich körperl. (Spazierengehen, Radfahren, Schwimmen, Waldlauf, Ski- langlauf, Bergsteigen)	18 69,2%	13 65%	6 66,7%
Pat. betätigt sich nicht körperlich	8 30,8%	7 35%	3 33,3%
insgesamt (leider nicht von allen Pat. vollständige An- gaben!)	26	20	9

In allen Gruppen überwiegt deutlich die Zahl derjenigen Patienten, welche sich körperlich betätigen.

Tabelle 23

Medikamenteneinnahme.

Medikamente	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
B-Rezeptorenblocker	10 (30,3%)	18 (64,3%)	7 (63,6%)
Digitalis-Präparate	19 (57,6%)	14 (50%)	7 (63,6%)
Antikoagulantien	19 (57,6%)	12 (42,9%)	6 (54,5%)
Nitropräparate	11 (33,3%)	6 (21,4%)	9 (81,8%)
Antiarrhythmika		3 (10,7%)	
Sympathomimetika		2 (7,1%)	
keine Medikamente	3 (9,1%)	1 (3,6%)	

Annähernd die Hälfte der Patienten aller drei Gruppen steht unter Digitalis- und Antikoagulantientherapie. β -Rezeptorenblocker werden hauptsächlich in Gruppe II und Gruppe III angewandt.

Nitropräparate werden mit auffallender Häufigkeit in Gruppe III eingenommen.

Sympathomimetika und Antiarrhythmika werden nur in Gruppe II angewandt.

Nur ein geringer Teil von Patienten kommt ohne Medikamente aus.

c. Interessante Einzelfälle.

Die hier vorgelegten Ergebnisse sind ein Mosaik aus vielen kleinen Steinchen, sprich Einzelfällen, unterschiedlichster Art.

Es ist durchaus interessant, den einen oder anderen Mosaikstein aus seinem Verband zu lösen und ihn gesondert zu betrachten.

Fall 1:

46-jähriger Patient, der drei Jahre vor dem postoperativen Untersuchungstermin einen aorto-coronaren Bypass zum Ramus descendens der linken Herzkranzarterie erhielt. Die mittlere Flußrate im angelegten Bypass betrug 25 ml/Min. Der Patient litt an einer Erkrankung vom Typ N/L₁ d III (Klassifikation nach de Bakey).

Vergleicht man das prae- und postoperative Ruhe-EKG, so zeigt sich postoperativ eine deutliche Besserung:

Die generalisierte praeoperative T-Wellennegativierung in den Brustwandableitungen V₁-V₆ und in den Nehb'schen Ableitungen D, A, J hat sich postoperativ vollständig zurückgebildet. (siehe Abb. 1 - 4)

Praeoperativ leistet der Patient 3 Minuten lang 25 Watt und 2 Minuten lang 50 Watt, dann wurde die Belastung wegen Atemnot abgebrochen.

In den Brustwandableitungen V₄ und V₆ des Belastungs-EKG's zeigt sich eine deutliche ST-Streckensenkung mit praeterminaler T-Wellennegativierung.

In der Erholungsphase erfolgt nur eine teilweise Rückbildung der EKG-Veränderungen (Abb. 5 - 7).

Postoperativ konnte der Patient jeweils 3 Minuten lang mit 25, 50, 75, 100 und 125 Watt belastet werden.

Man findet auch hier eine ST-Streckensenkung, die jedoch nicht so stark ausgeprägt ist wie vor der Operation.

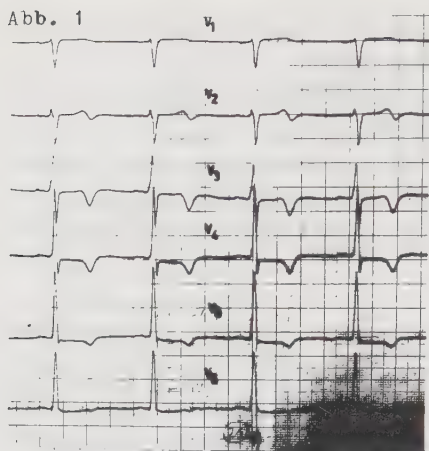
Die T-Welle bleibt positiv, es zeigen sich vereinzelte, ventrikuläre Extrasystolen.

Der Patient hat während der ganzen Belastung keinerlei Beschwerden. Die Belastung wurde wegen Erschöpfung abgebrochen.

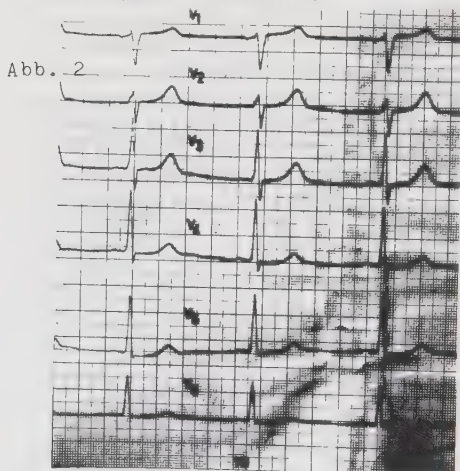
In der Erholungsphase bildeten sich die EKG-Veränderungen vollkommen zurück (Abb. 8 - 10).

Insgesamt zeigt dieser Patient eine erhebliche postoperative Steigerung seiner Leistungsfähigkeit.

Er übt seinen Beruf wieder voll aus und hat seit der Operation keinerlei Beschwerden mehr.

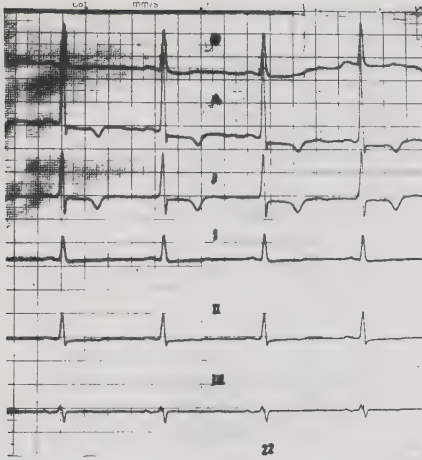


Fall 1: Praeoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
Es ist eine deutliche T-Wellennegativierung in allen Ableitungen zu erkennen.



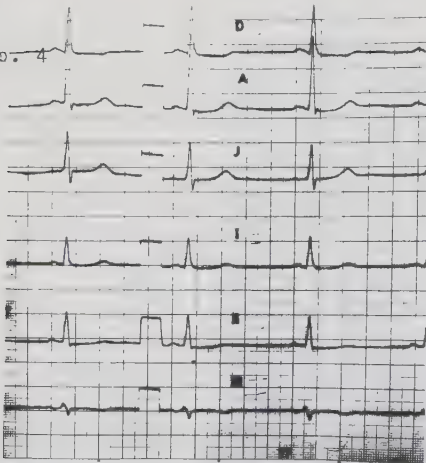
Postoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
Die praoperative T-Wellennegativierung hat sich in allen Ableitungen zurückgebildet.

Abb.



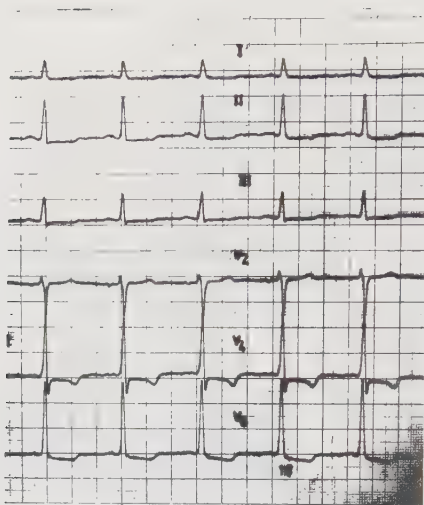
Praeoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitung.
Fine T-Wellenabflachung in D und eine T-Wellennegativierung
in A und J ist deutlich zu erkennen.

Abb. 4



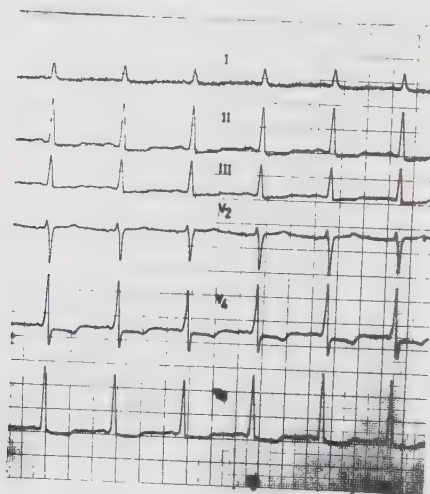
Postoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitung.
Es fand in Ableitung A und J eine klare T-Wellenpositi-
vierung statt.

Abb. 5



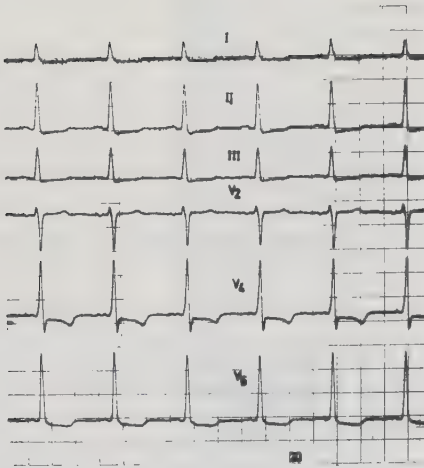
Praeoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.
In V_4 und V_6 deutliche ST-Senkung (deszendierend) und
T-Wellennegativierung.

Abb. 6



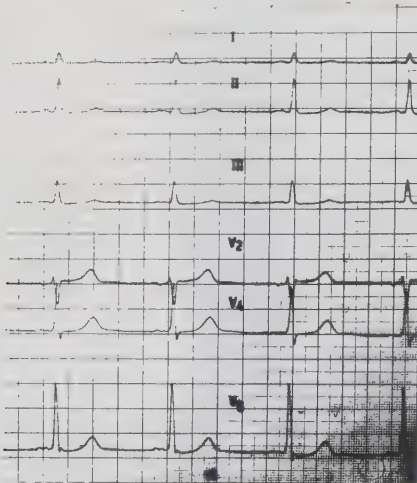
Praeoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase.
In allen Ableitungen findet man eine horizontale bis des-
zendierende ST-Streckensenkung von über 0,2mV (Belastung
2 Min. 50 Watt).

Abb. 7



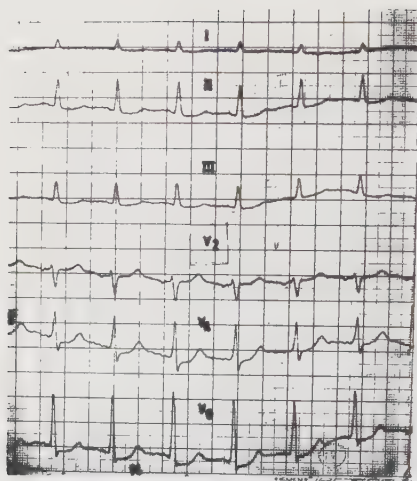
Belastungs-EKG, praeoperativ, Erholungsphase.
Nur mangelhafte Rückbildung der ischämischen EKG-Veränderungen. In allen Ableitungen weiterhin eine horizontale bis deszendierende ST-Streckensenkung, in V₄ eine deutliche T-Wellennegativierung.

Abb. 8



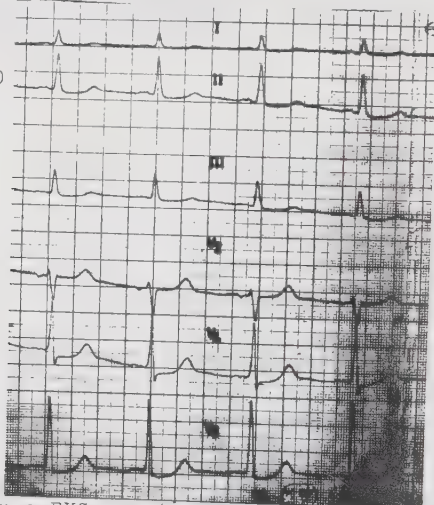
Postoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.
Vollkommen unauffälliges EKG.

Abb. 9



Postoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase (3 Min. 125 W.)
In allen Ableitungen eine ST-Streckensenkung zu erkennen, T-Wellen dabei deutlich positiv.

Abb. 10



Belastungs-EKG, postoperativ, Erholungsphase.
Nur noch eine leichte ST-Streckensenkung vorhanden, deutliche Rückbildung der während der Belastung aufgetretenen, ischämischen EKG-Veränderungen.

Fall 2:

46-jähriger Patient, der ein Jahr vor dem postoperativen untersuchungstermin einen aorto-coronaren Bypass zum Ramus descendens anterior und einen zum Ramus circumflexus der linken Herzkranzarterie erhielt.

Fluß im Ast zum Ramus descendens anterior: 60 ml/Min.

Fluß im Ast zum Ramus circumflexus: 75 ml/Min.

Beide Venentransplantate wurden in Form einer Y-Anastomose angelegt.

Hier beobachtet man im postoperativen Ruhe-EKG eine Zurückbildung der praeoperativen T-Wellennegativierung in den Brustwandableitungen V_3 bis V_6 und in den Nehb'schen-Ableitungen D, A, J (Abb. 11 - 13).

Praeoperativ leistet der Patient 3 Minuten 25 Watt und 2 Minuten 50 Watt. Man sah in allen Ableitungen eine deutliche ST-Streckensenkung.

Außerdem klagte der Patient über Angina pectoris.

Die negativen T-Wellen wurden unter Belastung positiv.

In der Erholungsphase zeigt sich eine Rückbildung der ST-Streckensenkung und erneut eine T-Wellennegativierung in V_4 und V_6 (Abb. 15 - 17).

Postoperativ erbrachte der Patient 3 Minuten lang eine Leistung von 25, 50, 75, 100, 125 und 150 Watt!

Das Belastungs-EKG zeigt keinerlei ischämische Zeichen, der Patient hatte keine praekordialen Beschwerden.

Die Belastung wurde abgebrochen, weil der Patient ziemlich erschöpft war, eine herzfrequenzmäßige Ausbelastung lag vor.

In der Erholungsphase normalisierte sich die Pulsfrequenz sehr schnell, auch hier zeigten sich keine pathologischen EKG-Veränderungen (Abb. 18 - 20).

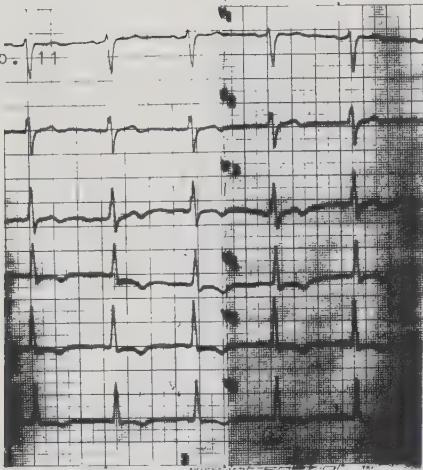
Auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse kann man sagen, daß der Patient nach der Operation wesentlich leistungsfähiger als vorher ist.

Um so erfreulicher ist dieser Befund, als sich bei diesem Patienten unmittelbar postoperativ eine Komplikation eingestellt hat.

Eine durch Vorhofflattern verursachte Tachyarrhythmie, die man mittels Elektrokonzersion zu beheben versuchte (Abb. 21 - 22).

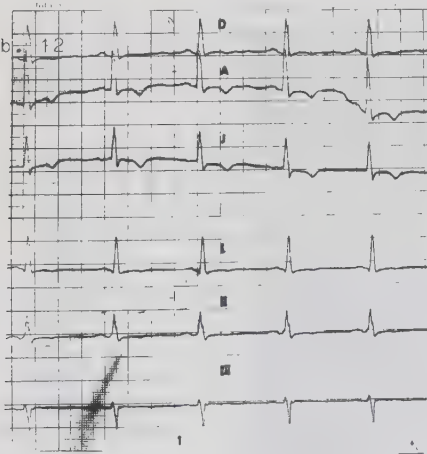
Der Patient ist seit der Operation vollkommen beschwerdefrei und arbeitet wieder aktiv im eigenen Betrieb.

Abb. 11



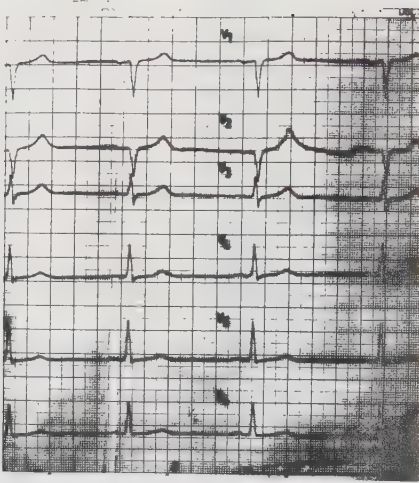
Fall 2: Praeoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
Eine ST-Streckensenkung mit T-Wellennegativierung ist in V_4-V_6 zu erkennen.

Abb. 12



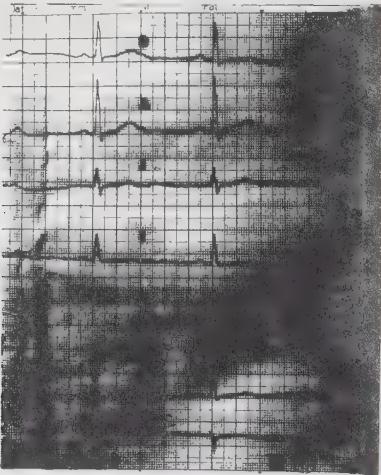
Praeoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitungen.
In Ableitung D, A, J ist eine T-Wellennegativierung nicht zu übersehen.

Abb. 13



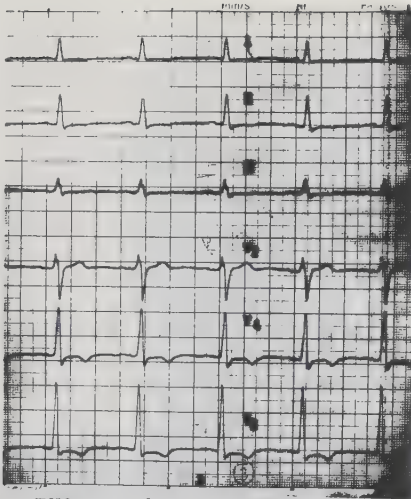
Postoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
Man erkennt eine vollständige Rückbildung der praeoperativen T-Wellennegativierung und ST-Streckensenkung in allen Ableitungen.

Abb. 14



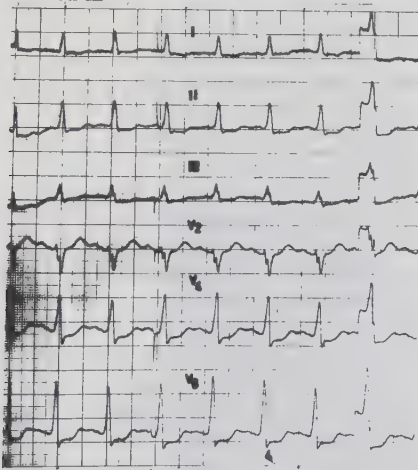
Postoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitungen.
Die praeoperative T-Wellennegativierung in Ableitung D, A und J ist nicht mehr zu erkennen.

Abb. 15



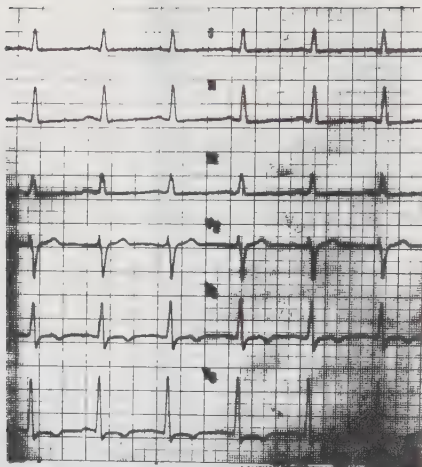
Belastungs-EKG vor der Operation, Ruhephase.
Pathologisch: ST-Streckensenkung und T-Wellennegativierung
in Ableitung V_4 und V_6 .

Abb. 16



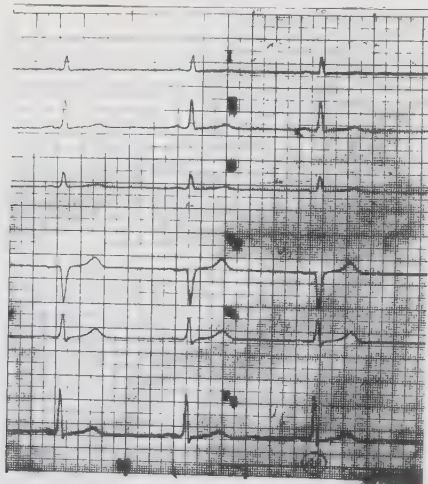
Praeoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase (2 Min. 50 W.).
Man erkennt eine deutliche, horizontale ST-Streckensenkung in
allen Ableitungen, wobei die T-Welle positiv ist. Gleichzeitig
klagt der Patient über pektanginöse Beschwerden.

Abb. 17



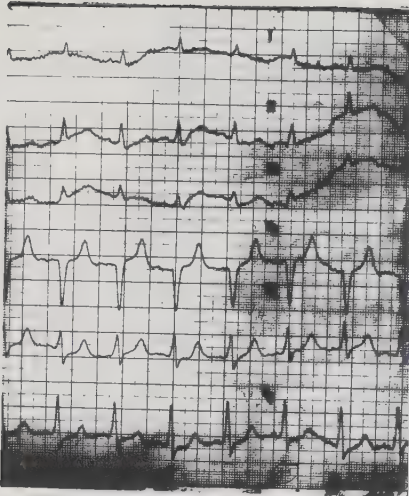
Präoperatives Belastungs-EKG, Erholungsphase.
Rückbildung der ST-Streckensenkung in allen Ableitungen.
T-Welle in Ableitung V_4 und V_6 wieder negativ. Der Patient
hat keine pекtanginösen Beschwerden mehr.

Abb. 18



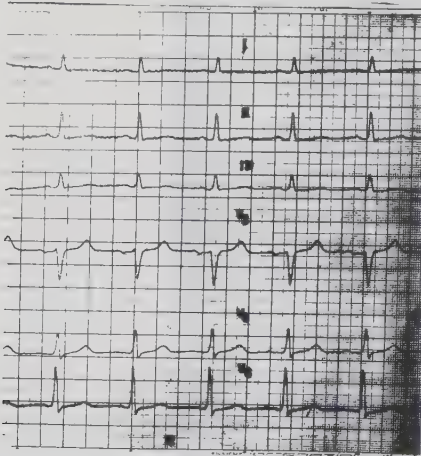
Postoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.
Im Vergleich zum präoperativen Befund sieht man hier keine
pathologischen Veränderungen, die T-Welle ist in allen Ab-
leitungen positiv.

Abb. 19



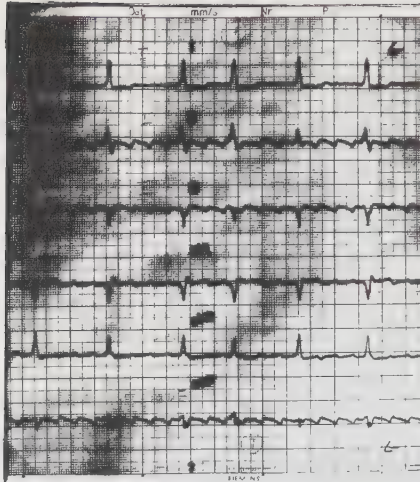
Belastungs-EKG nach der Operation, Belastungsphase (3Min. 150W.).
Keinerlei ischämische Zeichen im EKG zu erkennen, der Patient
ist während der Belastung vollkommen beschwerdefrei.

Abb. 20



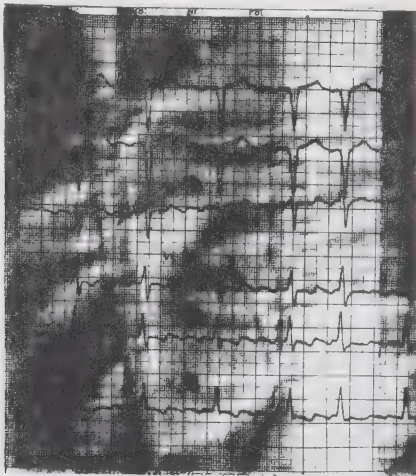
Postoperatives Belastungs-EKG, Erholungsphase.
Auch hier sind keinerlei pathologischen Veränderungen zu
sehen.

Abb. 21



Ruhe-EKG, Extremitätenableitungen.
Unmittelbar postoperativ eingetretene Komplikation: Tachyarrhythmie bei Vorhofflattern. Zustand vor Elektrokonversion.

Abb. 22



Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
Unmittelbar postoperativ aufgetretene Komplikation: Tachyarrhythmie bei Vorhofflattern. Zustand vor Elektrokonversion.

Leider fielen nicht alle postoperativen Ergebnisse so gut aus, es gibt auch Gegenbeispiele.

Fall 3:

55-jähriger Patient, der ein Jahr vor dem postoperativen Untersuchungstermin einen aorto-coronaren Bypass zum Ramus descendens anterior der linken Herzkranzarterie erhielt. Fluß im Bypass: 15 ml/Min.

Typ der Koronarerkrankung nach de Bakey R/D₃ dIII rIII cIII. Im Ruhe-EKG zeigt sich keine Besserung des praeoperativen Zustandbildes.

Man erkennt weiterhin in den Brustwandableitungen V₄, V₅ und V₆ eine muldenförmige ST-Streckensenkung von 0,2 mV, die T-Wellen sind insgesamt abgeflacht. Den gleichen Befund liefern die Nehb'schen Ableitungen D, A, J (Abb. 23 - 26).

Praeoperativ liefert der Patient jeweils 3 Minuten lang eine Leistung von 25, 50 und 75 Watt.

Die Belastung wurde wegen erheblicher ST-Streckensenkungen in den Brustwandableitungen V₂, V₄ und V₆ abgebrochen, obwohl der Patient keine Beschwerden hatte.

In der Erholungsphase erkennt man eine Rückbildung zur Ausgangssituation (Abb. 27 - 29).

Postoperativ leistet der Patient jeweils 3 Minuten 25 und 50 Watt.

Die Belastung wurde abgebrochen, weil der Patient über pektanginöse Beschwerden klagte und außerdem im EKG eine erhebliche ST-Streckensenkung in den Ableitungen V₄ und V₆

zu erkennen war.

In der Erholungsphase bildeten sich die EKG-Veränderungen vollkommen zurück. Der Patient empfand eine Linderung seiner Beschwerden, nachdem er eine Kapsel Nitrolingual eingenommen hatte (Abb. 30 - 32).

Insgesamt liegt hier ein schlechtes, postoperatives Leistungsergebnis vor.

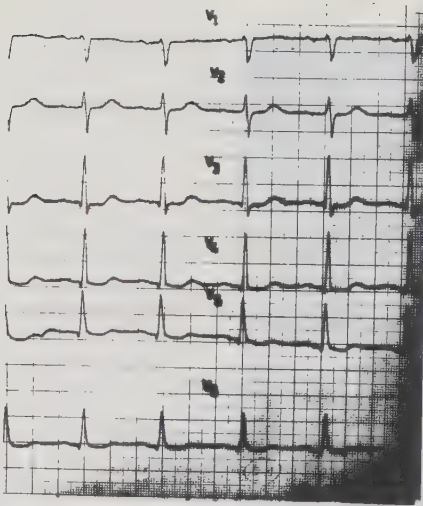
Der Patient gab an, häufig an pektanginösen Beschwerden zu leiden.

Er konnte seine frühere berufliche Tätigkeit nicht mehr aufnehmen und wurde vorzeitig berentet.

Eine mögliche Erklärung dieses Zustandbildes sind die erheblichen Stenosen der rechten Koronararterie des Patienten, die nicht revaskularisiert werden konnten. Sie fallen umso mehr ins Gewicht, da nach der Klassifikation von de Bakey ein ausgesprochener Rechtsversorgungstyp der Koronarien vorliegt.

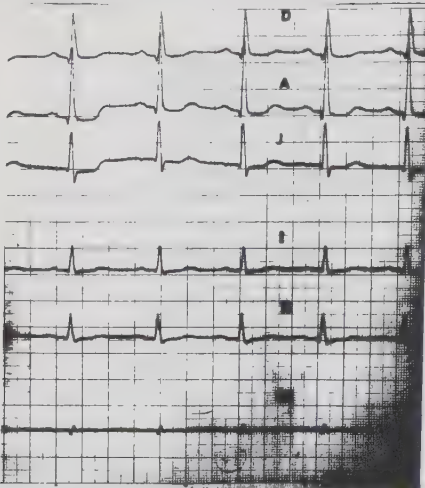
Man muß hier leider feststellen, daß die vorhandenen Stenosen keineswegs ausreichend überbrückt wurden.

Abb. 23



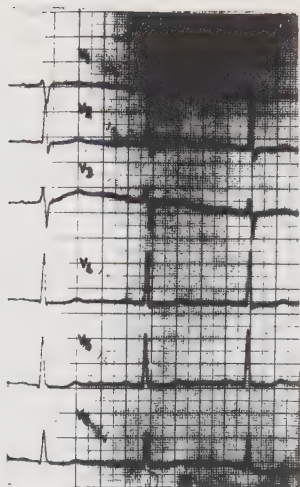
Fall 3: Praeoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
In allen Ableitungen ist eine muldenförmige ST-Streckensenkung zu sehen. Die T-Wellen erscheinen abgeflacht.

Abb. 24



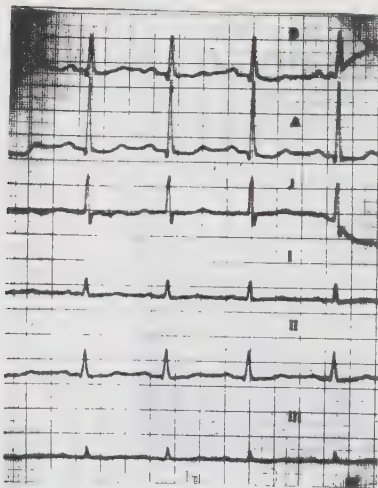
Praeoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitungen.
Hier erkennt man in Ableitung D, A, J eine abgeflachte T-Welle und eine muldenförmige ST-Streckensenkung.

Abb. 25



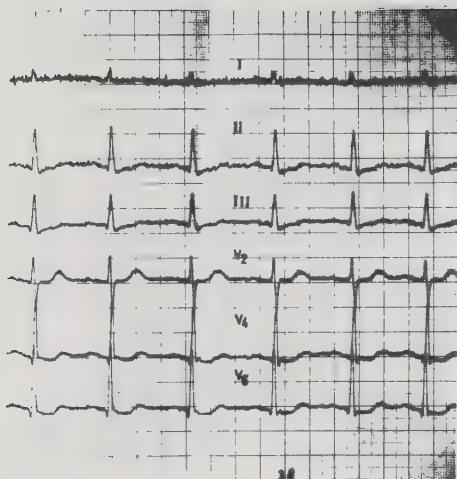
Postoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
In allen Ableitungen zeigt sich eine T-Wellenabflachung
und eine muldenförmige ST-Strecke.

Abb. 26



Postoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitungen.
In Ableitung D, A, J liegt eine muldenförmige ST-Streckensen-
kung vor, die T-Welle ist in diesen Ableitungen abgeflacht.

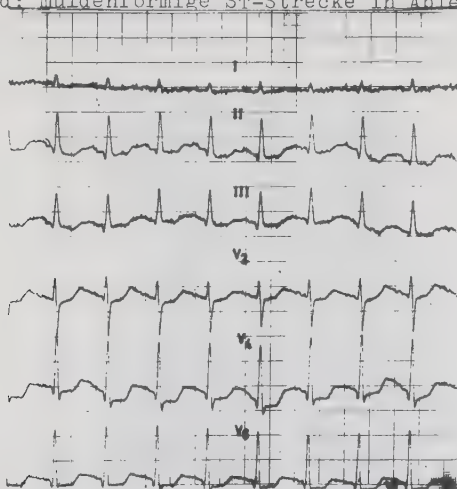
Abb. 27



Praeoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.

Auffallend: muldenförmige ST-Strecke in Ableitung V₄ und V₆.

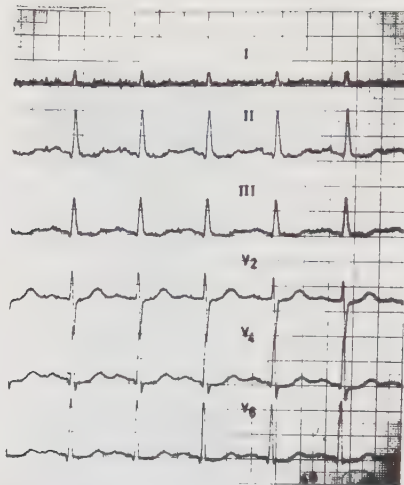
Abb. 28



Praeoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase.

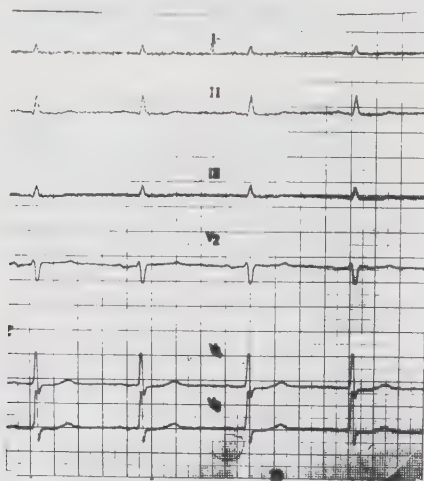
Nach 3 Minuten 75 Watt erkennt man vor allem in den Ableitungen V₂, V₄ und V₆ eine deutliche ST-Streckensenkung. Der Patient hat keine pektanginösen Beschwerden.

Abb. 29



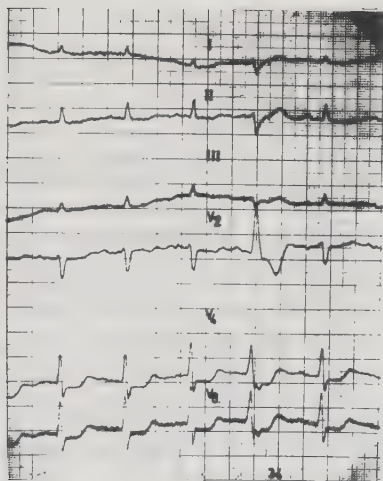
Belastungs-EKG vor der Operation, Erholungsphase.
Man sieht eine Rückbildung der EKG-Veränderungen zur
Ausgangssituation.

Abb. 30



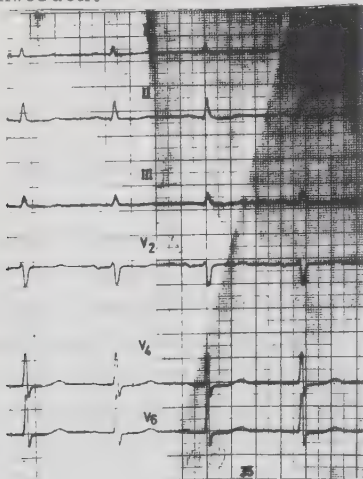
Postoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.
Außer einer T-Wellenabflachung in allen Ableitungen kein
pathologischer Befund.

Abb. 31



Postoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase (3 Min. 50 W.). Vor allem in Ableitung V_1 und V_6 ist eine deutliche, horizontale ST-Streckensenkung zu erkennen, außerdem eine ventrikuläre Extrasystole. Der Patient klagte bei der Belastung über pektanginöse Beschwerden.

Abb. 32



Postoperatives Belastungs-EKG, Erholungsphase. Man sieht eine vollständige Rückbildung der ST-Streckensenkung. Die T-Welle ist in allen Ableitungen abgeflacht. Der Patient hatte nach Einnahme einer Kapsel Nitroligual keine pektanginösen Beschwerden mehr.

Fall 4:

62-jähriger Patient, der ein halbes Jahr vor dem postoperativen Untersuchungstermin einen aorto-coronaren Bypass zum Ramus circumflexus der linken Herzkranzarterie erhielt. Fluß im Bypass: 80 ml/Min.

Typ der Koronarerkrankung nach de Bakey: L/D₃ rIV cIII dI.

Der Patient hatte ein Jahr vor der Operation einen Hinterwandinfarkt, der ein ausgedehntes diaphragmales Aneurysma hinterließ.

Das praeoperative Ruhe-EKG weist deutliche Ischämiezeichen auf:

In den Brustwandableitungen V₃-V₆ sieht man eine horizontale, deutliche ST-Streckensenkung. Die Nehb'schen Ableitungen D, A, J liefern das gleiche Erscheinungsbild.

Postoperativ kann man die gleichen EKG-Veränderungen in abgeschwächter Form erkennen (Abb. 33 - 36).

Die praeoperative Ergometerleistung beträgt jeweils 3 Minuten lang 25 und 50 Watt.

Dann erfolgt ein Abbruch der Belastung wegen erheblicher, horizontaler ST-Streckensenkungen in Ableitung v₄ und V₆, die mit pektanginösen Beschwerden kombiniert sind.

Nach Einnahme einer kapsel Nitrolingual bessern sich diese Beschwerden wieder.

In der Erholungsphase bilden sich die EKG-Veränderungen wieder zur Ausgangssituation zurück. Es sind aber noch

immer deutliche Ischämiezeichen im EKG vorhanden (Abb. 37 - 39).

Postoperativ erbrachte der Patient jeweils 3 Minuten lang eine Leistung von 25, 50 und 75 Watt.

Die Belastung wurde abgebrochen, weil der Patient über starke, praekordiale Schmerzen klagte und im Belastungs-EKG erhebliche horizontale ST-Strecken-senkung, vor allem in Ableitung V_4 und V_6 , vorhanden waren.

In der Erholungsphase bessert sich die EKG-Veränderung, doch sind auch hier noch deutliche Ischämiezeichen zu erkennen (Abb. 40 - 42).

Die Beschwerden des Patienten ließen nach der Belastung schnell nach.

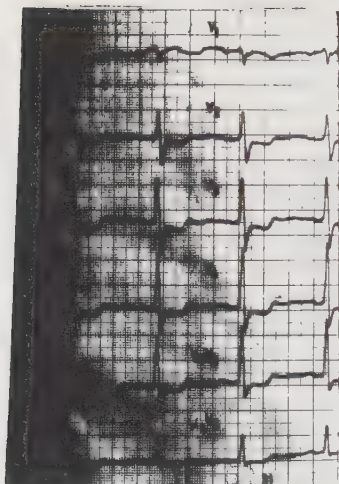
Auch dieser Patient zeigte postoperativ eine verminderte Leistungsfähigkeit. Er klagt über häufig auftretende, pektanginöse Beschwerden, ist nicht mehr arbeitsfähig und wurde bereits vorzeitig berentet.

Man muß bei diesem Fall berücksichtigen, daß die rechte Koronararterie des Patienten vollkommen verschlossen ist und seine praekordialen Beschwerden durchaus daher rühren können.

Auch hier wurden nicht alle Stenosen ausreichend überbrückt.

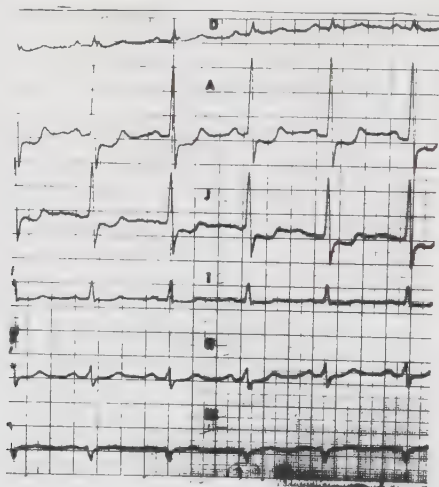
Außerdem ist die Kinetik des Herzmuskels durch ein Aneurysma beeinträchtigt.

Abb. 33



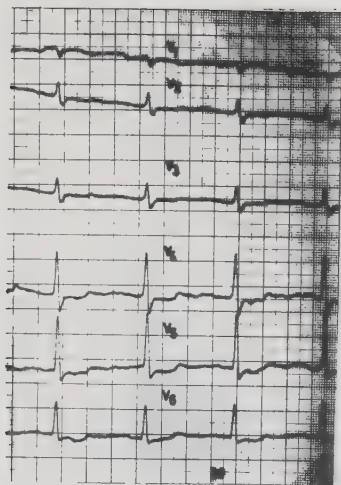
Fall 4: Ruhe-EKG vor der Operation, Brustwandableitungen. In allen Ableitungen erkennt man als Ischämiezeichen eine horizontale, deutliche ST-Streckensenkung.

Abb. 34



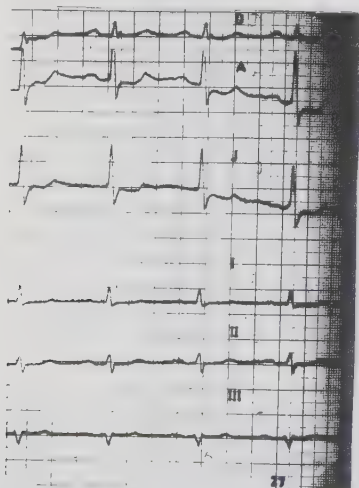
Praeoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitungen. In Ableitung D, A, J sieht man eine erhebliche, horizontale ST-Streckensenkung.

Abb. 35



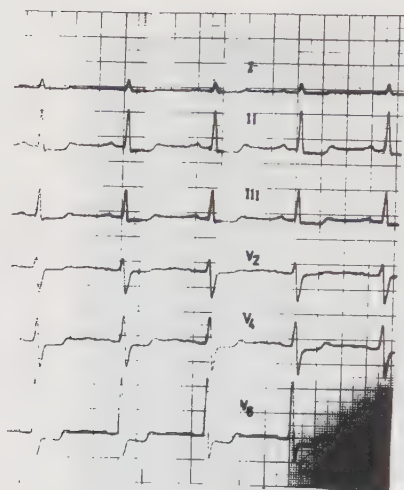
Postoperatives Ruhe-EKG, Brustwandableitungen.
In allen Ableitungen sieht man als Ischämiezeichen eine horizontale ST-Streckensenkung. Die T-Wellen sind insgesamt abgeflacht.

Abb. 36



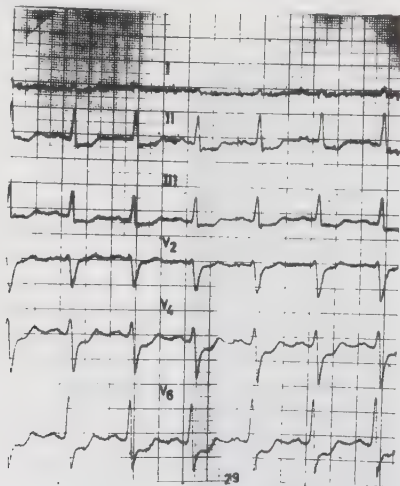
Postoperatives Ruhe-EKG, Nehb'sche Ableitungen.
In Ableitung D, A, J erkennt man eine deutliche, horizontale ST-Streckensenkung.

Abb. 37



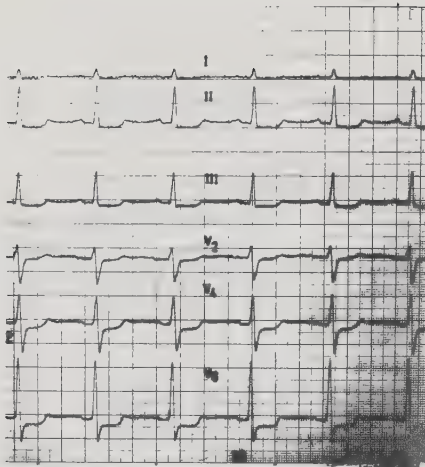
Praeoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.
Bereits in Ruhe sind deutliche Ischämiezeichen in Form einer horizontalen ST-Streckensenkung, vor allem in Ableitung V₄ und V₆ vorhanden.

Abb. 38



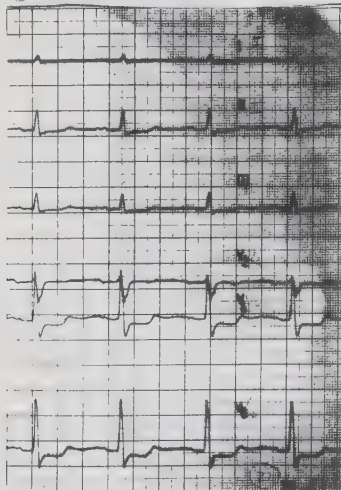
Praeoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase.
Nach 3 Minuten 50 Watt sieht man, vor allem in Ableitung V₄ und V₆ extreme, horizontale ST-Streckensenkungen als Ischämiezeichen. Der Patient klagt gleichzeitig über pекtaginöse Beschwerden.

Abb. 39



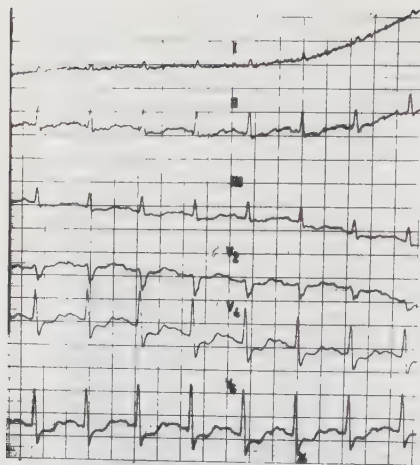
Praeoperatives Belastungs-EKG, Erholungsphase.
Es zeigt sich ein Rückgang der extremen ST-Streckensenkungen.
Dennoch ist sie, vor allem in V_4 und V_6 deutlich sichtbar.
Die Beschwerden des Patienten verschwanden nach Einnahme einer
Kapsel Nitrolingual.

Abb. 40



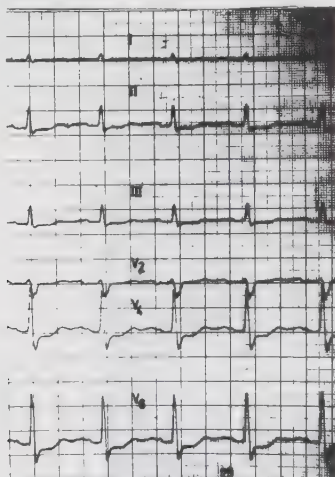
Postoperatives Belastungs-EKG, Ruhephase.
In den Brustwandableitungen V_4 und V_6 ist bereits eine
horizontale ST-Streckensenkung zu erkennen.

Abb. 41



Postoperatives Belastungs-EKG, Belastungsphase.
Nach 3 Minuten 75 Watt zeigen sich in Ableitung V_4 und V_6 erhebliche ST-Streckensenkungen mit horizontalem Verlauf.⁶ Gleichzeitig klagt der Patient über starke, pektanginöse Beschwerden.

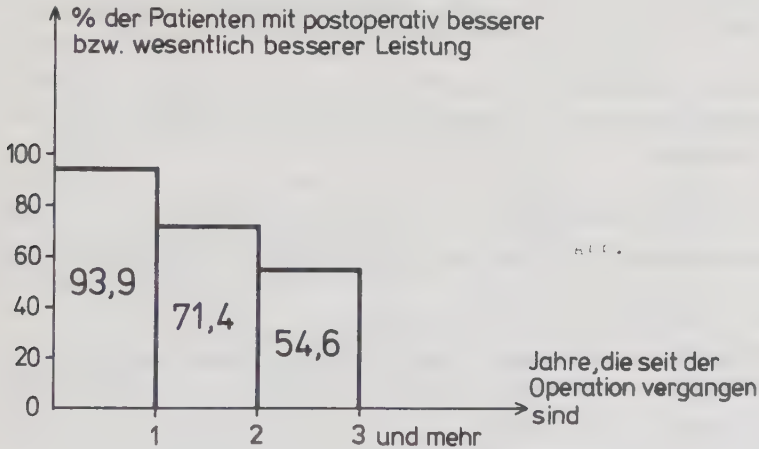
Abb. 42



Postoperatives Belastungs-EKG, Erholungsphase.
Man erkennt eine Rückbildung der Ischämiezeichen, eine leichtere, horizontale ST-Streckensenkung in Ableitung V_4 und V_6 bleibt jedoch bestehen. Die Beschwerden des Patienten besserten sich zusehens.

IV. Diskussion der Ergebnisse und Literaturvergleich.

Aus Tab. 2 kann man eindeutig entnehmen, daß in allen Gruppen ein hoher Prozentsatz von Patienten postoperativ eine bessere bzw. sogar eine wesentlich bessere Leistung als vor der Operation lieferte:



Es zeigt sich von Gruppe I bis Gruppe III eine deutliche Verringerung der Zahl der Patienten mit postoperativ besserer Leistung.

Eine mögliche Erklärung hierfür ist folgende Tatsache: Je länger die Operation zurückliegt, desto größer ist auch die Gefahr, daß sich der angelegte aorto-coronare Bypass wieder verschlossen hat.

So fand Apstein (1) bei einer Nachkatheterisierung von Patienten mit aorto-coronarem Bypass, daß 14 Tage postoperativ 84% der angelegten Venentransplantate durchgängig waren, die restlichen 16% verschlossen.

9 Monate postoperativ waren 29% der Bypässe verschlossen, 19% zeigten einen bidirektionalen Fluß und 71% waren durchgängig.

Ein postoperativ verschlossener Graft vermindert die Leistungsfähigkeit eines Patienten natürlich erheblich.

Auch Tilkian (54) fand bei seinen Untersuchungen einen deutlichen Zusammenhang zwischen Belastungsdauer und -höhe und der Durchgängigkeit der aorto-coronaren Bypässe.

Zeigten die Patienten eine deutliche postoperative Leistungsbesserung, so war der angelegte Bypass offen. Blieb die Leistung gleich, so war z. B. nur eines von zwei Venentransplantaten durchgängig.

Bei einer Leistungsverschlechterung war der Graft verschlossen.

Lichtlen (30) untersuchte ein größeres Kollektiv von Patienten, die einen aorto-coronaren Bypass erhalten hatten.

Hierbei stellte er bei der überwiegenden Mehrzahl der Patienten eine durch Ergometrie erfassbare Zunahme der körperlichen Leistungsfähigkeit fest.

80% der Venentransplantate von Patienten mit guten Leistungsergebnissen waren bei der selektiven Koronarangiographie postoperativ durchgängig.

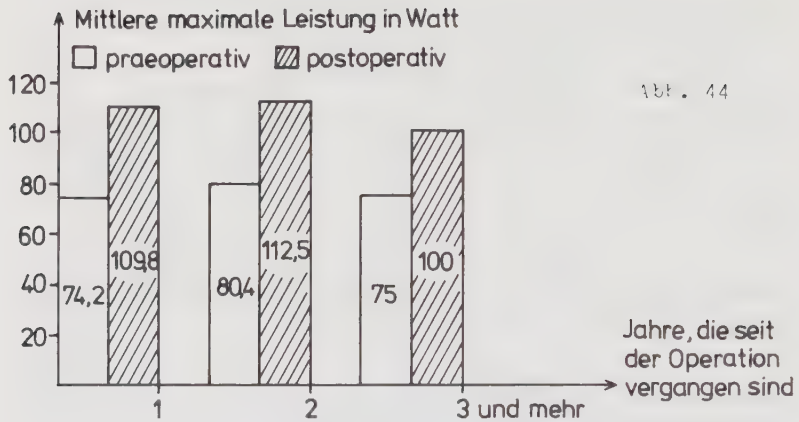
Es fand sich keine Abhängigkeit der postoperativen Leistungsfähigkeit vom Alter der Patienten, wie Tab. 21 zeigt beträgt das mittlere Alter - in Jahren - in Gruppe I 51,5, in Gruppe II 49,2 und in Gruppe III 52,7. Das mittlere Alter der Patienten in Gruppe I liegt nur wenig unter dem von Gruppe III, trotzdem ist in Gruppe I der Prozentsatz von Patienten mit besserer Leistung wesentlich höher als in Gruppe III.

Glassmann (12) bestätigt diesen Befund.

Auch er fand prinzipiell keinen Zusammenhang zwischen dem Alter seiner Patienten und dem postoperativen Rehabilitationserfolg.

Jedoch beschränkte er seine Aussage auf Patienten, die weniger als 50 Jahre alt und noch nicht berentet sind. Vergleicht man an Hand von Tab. 3 die mittlere maximale Leistung in Watt, die vor und nach der Operation erreicht wurde, so liegt sie in allen Gruppen postoperativ deutlich höher als praeoperativ.

Man darf dieses Ergebnis wohl als eindeutige Zunahme der körperlichen Leistungsfähigkeit werten.



Untersucht man die erreichte postoperative Leistung im Hinblick auf die Zahl der Bypässe, die beim jeweiligen Patienten angelegt wurden, so erhält man folgende Ergebnisse (Tab. 4):

Zwischen den Patienten mit einfachem und doppeltem Bypass besteht hinsichtlich der postoperativen Leist-

ungsfähigkeit kein signifikanter Unterschied. Auffallend sind die Patienten mit dreifachem Bypass, die alle eine bessere Leistung lieferten. Doch ist hier das Patientenkollektiv zu klein, um eine allgemein gültige Aussage zu liefern.

Auf Grund dieser Ergebnisse kann man keinesfalls einen klaren Zusammenhang zwischen Zahl der angelegten aorto-coronaren Bypässe und der postoperativen Leistung der Patienten finden.

Untersucht man die Beziehung zwischen intraoperativ gemessener Flußrate im aorto-coronaren Bypass und der Leistung der Patienten nach der Operation, so liefert Tab. 5 kein eindeutiges Ergebnis.

Zwar ist die Zahl der Patienten mit gutem Fluß und guter Leistung in Gruppe I und II ziemlich hoch, doch in Gruppe III findet man diesen Zusammenhang bei der Mehrzahl der Patienten nicht bestätigt.

Die Zahl der Patienten mit schlechtem Flow und schlechter Leistung ist in allen Gruppen auffallend niedrig.

Diese Untersuchungsergebnisse sind demnach kein Anhaltspunkt dafür, daß ein guter Fluß eine gute postoperative Leistungsfähigkeit impliziert oder ein schlechter Fluß eine schlechte körperliche Verfassung nach der Operation bedingt.

Eine eindeutige Aussage läßt sich hinsichtlich der Auswirkung eines prae- bzw. intraoperativen Infarktes auf die postoperative Leistungsfähigkeit treffen.

Betrachtet man die Zahl der registrierten Herzinfarkte (Tab. 6a), so fällt auf, daß in allen drei Gruppen nur praeoperative Infarkte nachweisbar sind (bis auf einen intraoperativen Infarkt in Gruppe II), während keiner der Patienten einen postoperativen Infarkt erlitt. Offensichtlich verringert sich die Infarkthäufigkeit nach Anlage eines aorto-coronaren Bypasses.

Wie man Tab. 6b entnehmen kann, zeigte in Gruppe I und Gruppe II die überwiegende Mehrzahl der Patienten, in Gruppe III sogar alle Patienten trotz abgelaufenem Myokardinfarkt postoperativ eine bessere Leistung.

Mit diesen Zahlen ist eindeutig belegt, daß ein prae- oder intraoperativer Infarkt die körperliche Leistungsfähigkeit nach der Operation nicht beeinträchtigen muß. Entscheidend ist hierbei, daß keine allzugroßen Bezirke des Herzmuskels betroffen sind und der Infarkt zum Zeitpunkt der Myokardrevaskularisation lange genug zurückliegt.

Lichtlen (30) schreibt hierzu: der frische Herzinfarkt sei eine absolute Kontraindikation zur Anlage eines aorto-coronaren Bypass. Größere akinetische Bezirke des Herzens wirkten sich ungünstig auf die postoperative Hämodynamik des Herzmuskels aus.

Die guten postoperativen Ergebnisse beim vorliegenden Infarktpatientengut beruhen demnach auf der Tatsache,

daß die Herzinfarkte zum Zeitpunkt der Operation schon länger zurücklagen (mit Ausnahme einer Patientin aus Gruppe II, die einen intraoperativen Infarkt erlitt) und insgesamt nur zwei Patienten ein Aneurysma aufweisen, dessen Ausdehnung die Myokardkontraktilität aber nicht stark beeinträchtigten.

Das Phänomen des intraoperativen Infarktes beschreibt Fruehan (10) in einer Studie von 87 Patienten, die einen aorto-coronaren Bypass erhielten.

4 dieser Patienten, das entspricht 4,5%, erlitten einen intraoperativen Infarkt. Die Nachkatheterisierung ergab, daß ein intraoperativer Infarkt keineswegs mit einem Verschuß eines aorto-coronaren Bypasses gleichzusetzen ist.

Auch bei der Patientin aus Gruppe II scheint der angelegte aorto-coronare Bypass funktionstüchtig zu sein, weil sie trotz intraoperativem Infarkt eine deutliche bessere postoperative Leistung lieferte.

Will man bei einer Ergometrie Aussagen über die Leistungsfähigkeit eines Probanden treffen, so interessiert nicht nur die gemessene Leistung in Watt, sondern ebenso das Puls- und Blutdruckverhalten unter der Belastung.

Hinsichtlich des Pulsfrequenzverhaltens gilt:

Ein erhöhter Ruhepuls und ein zu schneller Pulsfrequenzanstieg unter der Belastung sprechen für einen mangelnden Trainingszustand des Herzmuskels. Das Herz versucht ein mangelndes Auswurfvolumen durch Frequenzsteigerung zu kompensieren.

Entscheidend ist auch das Pulsfrequenzverhalten nach der Belastung. Eine sehr langsame Rückkehr zur Ausgangspulsfrequenz deutet auf eine mangelnde Leistungsanpassung hin. Ein untrainiertes Herz- Kreislaufsystem braucht länger, um die während einer Belastung entstandene Sauerstoffschuld zu kompensieren.

Andererseits ist auch die maximale Pulsfrequenz, die unter Belastung erreicht wird, ein Maß für die Leistungskapazität des jeweiligen Probanden. Je höher die maximale Pulsfrequenz ist, die erreicht werden kann, desto größer sind auch die Kraftreserven der jeweiligen Versuchsperson.

Alle diese Aussagen beruhen auf ergometrischen Untersuchungen von Reindell (41) und Mellerowicz (34). Schnabel (49), der Myokardinfarktpatienten in der späten Rehabilitationsphase ergometrierte, beobachtete eindeutig, daß eine inadäquate Pulsfrequenzsteigerung bei der Belastung auf eine mangelnde Arbeitskapazität hinweist.

Das vorliegende Patientengut zeigt folgendes Pulsfrequenzverhalten: (Tab. 7)

Die Ruhepulsfrequenz war in allen Gruppen prae- und postoperativ unauffällig.

Bei der Belastung reagierten postoperativ mehr Patienten mit einem normalen Pulsfrequenzanstieg, gleichzeitig verringerte sich die Zahl der Patienten mit einem zu schnellen Pulsfrequenzanstieg.

Dieses Ergebnis deutet darauf hin, daß der Herzmuskel

postoperativ in der Lage ist, die gleiche bzw. sogar eine höhere Leistung bei niedrigerer Pulsfrequenz zu erbringen.

Eine mögliche Ursache für die verzögerte Pulsfrequenzrückbildung in der Erholungsphase in Gruppe I und II ist eine Überforderung des Herz-Kreislaufsystems durch die ungewohnt hohe Belastung, es braucht länger, um die entstandene Sauerstoffschuld zu kompensieren.

Hinsichtlich des Mittelwertes für die maximale Pulsfrequenz bei der Belastung erkennt man an Hand von Tab. 8 in allen Gruppen postoperativ eine Zunahme des Mittelwertes für die maximale Pulsfrequenz, die unter Belastung erreicht wurde. Dies ist ein Beweis dafür, daß die Patienten nach der Operation eine größere Leistungsbreite besitzen, da sie ihre Herzfrequenz mehr als vor der Operation unter der Belastung steigern können. Bei der Beurteilung des Pulsfrequenzverhaltens darf man medikamentöse Einflüsse nicht außer acht lassen.

Le Winter (28) entdeckte in einer Versuchsreihe, daß Digitalis alleine und Propanolol in Verbindung mit Digitalis eine Pulsfrequenzverlangsamung in Ruhe und einen mangelnden Frequenzanstieg bei der Belastung verursacht.

Raff (40) untersuchte die Wirkung von Antiarrhythmika und β -Rezeptorenblockern auf das Frequenzverhalten bei der Belastung und fand eine durch sie verursachte Herzfrequenzverminderung.

Da β -Rezeptorenblocker und Digitalispräparate von einem Großteil der Patienten eingenommen werden (Tab. 23) ist eine Beeinflussung des Pulsfrequenzverhaltens durch sie nicht auszuschließen.

Das Blutdruckverhalten bei der Belastung gibt Aufschluß über die Anpassungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems. Reindell (41) fand bei seinen ergometrischen Untersuchungen folgende Gesetzmäßigkeit für das Blutdruckverhalten: Ein entsprechender Blutdruckanstieg ist zur Erbringung einer bestimmten Leistung unerlässlich. Innerhalb gewisser Grenzen kann man sogar sagen:

Die Fähigkeit zum Blutdruckanstieg ist proportional zur Leistungsbreite.

Steigt der Blutdruck nicht genug an, so ist dies ein Zeichen von mangelnder Anpassungsfähigkeit des Kreislaufs an die Belastung.

Ein zu starker Blutdruckanstieg birgt die Gefahr einer sich entwickelnden Hypertonie in sich.

Für das Blutdruckverhalten in der Erholungsphase gilt folgendes:

Fällt er zu stark ab, so deutet dies auf eine orthostatische Fehlregulierung hin.

Eine mangelnde Blutdruckrückbildung zeugt von einem erhöhten peripheren Gefäßwiderstand, gegen den das Herz arbeiten muß.

Mellerowicz (34) schreibt, sowohl ein übermäßiger Blutdruckanstieg bei der Belastung, als auch ein zu starker Blutdruckabfall nach der Belastung wirke leistungsmindernd.

Beim vorliegenden Patientengut wurde folgendes beobachtet:

Hinsichtlich ihres Ruheblutdruckes zeigen die Patienten aller drei Gruppen gleiches Verhalten (Tab. 9a). Die Mehrzahl der Patienten weist postoperativ einen normalen Ruheblutdruck auf.

Die Zahl der Patienten mit erhöhtem Ruheblutdruck steigt postoperativ, während die Zahl der Hypotoniker zurück geht. Im ungünstigsten Fall zeugt dies von einer Zunahme der Arteriosklerose in allen Gruppen, welche mit Hypertonie einhergeht.

Eine Arteriosklerose muß, wie Kübler (27) bei seinen Untersuchungen herausfand, keineswegs mit einer Koronarsklerose korrelieren.

So spricht in diesem Fall eine Zunahme der Arteriosklerose nicht zwangsläufig für eine Verschlechterung der Koronarperfusion und damit der kardialen Leistungsbreite. Bei der Belastung erhöht sich bei allen Gruppen postoperativ die Zahl derjenigen Patienten, die mit einem zu starken Blutdruckanstieg reagieren.

Jedoch zeigt sich auch hier, wie man Tab. 9b entnehmen kann, bei der Mehrzahl der Patienten ein normaler Blutdruckanstieg bei der Belastung. Dieser übermäßige Blutdruckanstieg, der postoperativ etwa bei einem Drittel der Patienten zu verzeichnen ist, kann als Anpassungsschwierigkeit des Kreislaufs an die ungewohnte Belastung gedeutet werden.

Nach der Belastung zeigt postoperativ die Mehrzahl der Patienten eine normale Blutdruckrückbildung.

Praeoperativ lag diese Zahl noch höher (Tab. 9c).

Auffallend ist in Gruppe II und III eine Zunahme der Zahl derjenigen Patienten, die nach der Belastung einen zu starken Blutdruckabfall zeigen.

Hier muß man von einer orthostatischen Blutdruckföhlregulation sprechen.

Bei der Beurteilung dieses Phänomens darf man einen Aspekt nicht außer acht lassen:

Zur Linderung ihrer pektanginösen Beschwerden erhielten einige Patienten gegen Ende der Belastung eine Kapsel Nitrolingual, deren blutdrucksenkender Effekt in der Erholungsphase zur Wirkung kam und die Blutdruckwerte nach der Belastung ohne Zweifel beeinflußt hat.

Raff (40) stellte bei seinen Untersuchungen eine deutliche blutdrucksenkende Wirkung von β -Rezeptorenblockern fest. Obwohl eine relativ große Zahl des vorliegenden Patienten-gutes diese Medikamente einnimmt (Tab. 23), scheinen sie keinen entscheidenden Einfluß auf den Blutdruck auszuüben, da man hier eher erhöhte als erniedrigte Blutdruckwerte vorfindet.

Die mittleren arteriellen Blutdruckwerte in Ruhe liegen bei allen Patientengruppen postoperativ höher als praeoperativ, wobei in Gruppe III der Unterschied minimal ist (Tab. 10a). Dies entspricht den bereits erwähnten postoperativen Ruheblutdruckveränderungen. Ebenso zeigt sich hin-

sichtlich des Mittelwertes für den maximalen systolischen Blutdruck unter Belastung in allen Gruppen postoperativ eine erhebliche Steigerung. Der maximale diastolische Mittelwert ist nur in Gruppe I und II postoperativ höher als praeoperativ.

Prinzipiell spricht ein höherer systolischer Mittelwert des Blutdrucks unter Belastung für eine stärkere Fähigkeit zur Blutdruckerhöhung bei Belastungssteigerung. Diese Reaktion ist durchaus erwünscht im Gegensatz zu einem unangemessenen, schnellen Ansteigen des Blutdruckes.

Die relative, d. h. herzfrequenzbezogene Austreibungszeit sagt etwas aus über die Auswurf Funktion des linken Ventrikels.

Sie ist deshalb ein wichtiger Parameter zur Beurteilung der myokardialen Leistungsfähigkeit.

Laut Tab. 11a gibt es praeoperativ annähernd ebensoviele Patienten mit guter relativer Austreibungszeit wie mit schlechter. Postoperativ ist dieser Befund kaum verändert. Auf Grund dieser Werte ist postoperativ weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung der Austreibungszeit nachweisbar.

Betrachtet man sie als ein Maß für die Kontraktilität des Herzmuskels, so ist hier postoperativ keine Steigerung eingetreten.

Hinsichtlich dieses Parameters liegen keine einheitlichen Ergebnisse vor., so fand z. B. Starr (52) bei seinen Untersuchungen eine postoperative Kontraktilitätssteige-

rung des Herzmuskels bei seinem Patientengut.

Die Mittelwerte für die relative Austreibungszeit liegen in allen Gruppen prae- und postoperativ dicht beieinander, wobei die postoperativen Werte etwas höher, jedoch nicht signifikant gesteigert sind (Tab. 11b).

Auch dieser Befund ist beweisend dafür, daß sich im Bezug auf die relative Austreibungszeit postoperativ keine Veränderungen ergeben haben.

Eine wichtige Methode zu Erkennung einer Myokardischämie ist das in Ruhe und unter Belastung registrierte EKG.

Hinsichtlich ihres postoperativen Ruhe-EKG's zeigen die einzelnen Gruppen unterschiedliches Verhalten:

In Gruppe I erhöht sich laut Tab. 12 deutlich die Zahl derjenigen Patienten mit normalem Ruhe-EKG. Gleichzeitig verringerte sich die Zahl der Patienten mit leichter bzw. starker ST-Streckensenkung im Ruhe-EKG.

Bei dieser Gruppe kann man daher von einem deutlichen Rückgang der ischämischen Zeichen im Ruhe-EKG sprechen. In Gruppe II erhöht sich postoperativ deutlich die Zahl derjenigen Patienten mit unauffälligem Ruhe-EKG. Gleichzeitig ist eine Zunahme der Patienten mit diskreter und starker ST-Streckensenkung zu verzeichnen. So findet man hier postoperativ sogar vermehrte Ischämiezeichen im EKG, die aber gar nicht ins Gewicht fallen, da die überwiegende Zahl von Patienten ein normales Ruhe-EKG aufweist.

Wieder anders verhält sich Gruppe III:

Hier verringert sich postoperativ die Zahl der Patienten mit normalem Ruhe-EKG, während die Zeichen einer leichten Ischämie in Form einer diskreten ST-Streckensenkung deutlich vermehrt auftreten.

Erstaunlicherweise waren die praeoperativen Befunde ST-Streckenelevation, T-Wellenabflachung bis Negativierung postoperativ (bis auf einen Fall in Gruppe I) nicht mehr zu finden.

Kriehuber (25) beschreibt postoperative Ruhe-EKG-Veränderungen, die man bis zu einem halben Jahr nach der Operation finden kann.

Sie beruhen auf einer Alteration des subepikardialen Myokards und äußern sich im Anfangsstadium in einer ST-Streckenhebung in allen Ableitungen.

Im reaktiven Folgestadium findet man eine T-Wellenabflachung, bzw. eine biphasische bis negative T-Welle.

Dieser Befund, der bei Patienten von Gruppe I teilweise zu erwarten wäre, konnte nicht bestätigt werden.

Digitalis kann bereits im Ruhe-EKG eine muldenförmige ST-Streckensenkung hervorrufen. Jedenfalls wurden solche Veränderungen von Le Winter (28) und Rutishauser (47) beschrieben.

Wie aus Tab. 23 zu ersehen ist, nimmt ein nicht unerheblicher Teil des vorliegenden Patientengutes Digitalis-Präparate ein. Eine Veränderung des Ruhe-EKG's dieser Patienten durch medikamentöse Einflüsse ist daher nicht auszuschließen, vor allem in Gruppe II und III, wo post-

operativ die Zahl der Patienten mit diskreter ST-Streckensenkung deutlich zugenommen hat (Tab. 12).

Noch wichtiger sind die EKG-Veränderungen, die sich bei der Belastung zeigen. Häufig reicht in Ruhe die Koronarperfusion noch aus, so daß im EKG keine ischämischen Zeichen zu finden sind, während unter der Belastung das koronare Sauerstoffangebot für den Herzmuskel nicht mehr ausreicht und dabei das EKG Zeichen für eine Mangeldurchblutung aufweist. Auch hier erhält man in allen drei Gruppen unterschiedliche Ergebnisse:

In Gruppe I verringerte sich laut Tab. 13 die Zahl der Patienten mit normalem Belastungs-EKG. Auch die Zahl der Patienten mit diskreter ST-Streckensenkung gingen zurück, während die deutliche ST-Streckensenkung postoperativ häufiger zu beobachten war. Außer einer Zunahme der ischämischen Belastungsreaktion zeigt sich postoperativ eine verstärkte Neigung zu Rhythmusstörungen z. B. seltene und gehäufte ventrikuläre Extrasystolen und in einem Fall ein intermittierender Linksschenkelblock.

Das Phänomen der ST-Streckenelevation und der T-Wellen-Positivierung beobachtet man prae- und postoperativ etwa gleich häufig.

In Gruppe II blieb die Zahl der Patienten gleich, die bei der Belastung keine EKG-Veränderungen aufwiesen, ebenso die Zahl der Patienten mit deutlicher ST-Streckensenkung. Dagegen fand man postoperativ weniger Patienten

mit diskreter ST-Streckensenkung.

Man kann von einem gleichbleiben der ischämischen Reaktion bei der Belastung sprechen.

Vereinzelte und gehäufte ventrikuläre Extrasystolen traten prae- und postoperativ gleich oft auf.

Eine T-Wellenpositivierung unter Belastung beobachtet man postoperativ häufiger.

In Gruppe III hatte postoperativ kein Patient ein normales Belastungs-EKG.

Die Patientenzahl mit diskreter ST-Streckensenkung verringerte sich, diejenige mit deutlichen ST-Streckensenkungen blieb gleich. Auch hier liegen prae- und postoperativ etwa dieselben ischämischen Belastungs-EKG-Veränderungen vor.

Die Neigung zu seltenen ventrikulären Extrasystolen ist postoperativ stärker ausgeprägt.

Allgemein kann man sagen, daß auf Grund der EKG-Veränderungen bei der Belastung in keiner der drei Gruppen postoperativ von einer Besserung der Myokarddurchblutung gesprochen werden kann.

Eine mögliche Ursache hierfür liegt in der postoperativ höheren Leistung in watt, die von den Patienten gefordert wurde. Denn hierbei werden die Sauerstoffreserven der Herzmuskel erheblich ausgeschöpft.

Eine andere Erklärung für eine postoperativ immer noch positive ischämische Belastungsreaktion ist die Möglichkeit, daß nicht alle koronaren Stenosen ausreichend

überbrückt wurden oder bereits vorhandene Bypässe wieder stenosiert sind.

Postoperativ zeigt das Reizleitungssystem unter Belastung eine höhere Anfälligkeit für ektopische Impulse, da die Neigung zu Rhythmusstörungen stärker ausgeprägt ist.

Über eindeutig ischämische Reaktionen im Belastungs-EKG findet man in der Literatur einigermaßen einheitliche Beschreibungen.

Rutishauser (47) spricht von einer Ischämiereaktion vom Innenschichttyp, die sich in einer deszendierenden ST-Streckensenkung und in einer T-Wellenabflachung oder praeterterminalen T-Wellennegativierung in den Ableitungen I, II, aVL und $V_4 - V_6$ äußert.

Zeigt sich dagegen in $V_2 - V_4$ eine T-Wellennegativierung, ohne ST-Streckensenkung, so handelt es sich entweder um eine Ischämiereaktion vom Außenschichttyp oder um ein "koronares T" nach intramuralem Infarkt.

Nach einem Infarkt beobachtet er häufig Schenkelblockbilder und ST-Streckenhebungen. Seiner Meinung nach sind eine deszendierende ST-Streckensenkung, eine T-Wellenabflachung und gehäufte Extrasystolen im Belastungs-EKG immer als pathologisch anzusehen.

Reindell (41) hingegen betrachtet die T-Wellenabflachung oder -inversion nicht als eindeutiges Zeichen für eine Koronarinsuffizienz.

Eindeutig ist für ihn eine muldenförmige, deszendierende

oder horizontale ST-Streckensenkung von über 0,2 mV.
Nach dem Herzinfarkt beobachtet auch er eine ST-Strecken-elevation.

Eine T-Wellenpositivierung unter Belastung deutet er auf zwei verschiedene Arten:

Einerseits könne sie durch eine Steigerung der Koronardurchblutung bei der Arbeitsbelastung zustande kommen, andererseits bestehe die Möglichkeit einer ischämischen Reaktion, wobei die bestehenden EKG-Veränderungen durch entgegengerichtete elektromotorische Kräfte neutralisiert würden.

Tonkon (56) sieht eine unter Belastung auftretende horizontale bis deszendierende ST-Streckensenkung von mehr als 0,1 mV als eindeutig ischämische Reaktion an.

Er untersuchte die Übereinstimmung von ischämischer Reaktion im Belastungs-EKG und der Zahl der stenosierten Koronaräste im Koronarogramm.

Er fand, daß 42% derjenigen Patienten, bei denen ein Gefäß stenosiert war, eine ischämische Belastungsreaktion zeigten.

Patienten, bei denen zwei Gefäße stenosiert waren, zeigten bereits in 60% der Fälle eine positive Belastungsreaktion. Bei Patienten mit drei stenosierten Gefäßen waren es bereits 80%. Zwischen den Kollateralen, die sich ausgebildet hatten, und einer positiven bzw. negativen ischämischen Belastungsreaktion fand er keinen Zusammenhang.

Genau dieses Ergebnis bestätigt Hegemann (16) durch seine Untersuchungen.

überbrückt wurden oder bereits vorhandene Bypässe wieder stenosierte sind.

Postoperativ zeigt das Reizleitungssystem unter Belastung eine höhere Anfälligkeit für ektopische Impulse, da die Neigung zu Rhythmusstörungen stärker ausgeprägt ist.

Über eindeutig ischämische Reaktionen im Belastungs-EKG findet man in der Literatur einigermaßen einheitliche Beschreibungen.

Rutishauser (47) spricht von einer Ischämie-reaktion vom Innenschichttyp, die sich in einer deszendierenden ST-Streckensenkung und in einer T-Wellenabflachung oder praeterterminalen T-Wellennegativierung in den Ableitungen I, II, aVL und $V_4 - V_6$ äußert.

Zeigt sich dagegen in $V_2 - V_4$ eine T-Wellennegativierung, ohne ST-Streckensenkung, so handelt es sich entweder um eine Ischämie-reaktion vom Außenschichttyp oder um ein "koronares T" nach intramuralem Infarkt.

Nach einem Infarkt beobachtet er häufig Schenkelblockbilder und ST-Streckenhebungen. Seiner Meinung nach sind eine deszendierende ST-Streckensenkung, eine T-Wellenabflachung und gehäufte Extrasystolen im Belastungs-EKG immer als pathologisch anzusehen.

Reindell (41) hingegen betrachtet die T-Wellenabflachung oder -inversion nicht als eindeutiges Zeichen für eine Koronarinsuffizienz.

Eindeutig ist für ihn eine muldenförmige, deszendierende

oder horizontale ST-Streckensenkung von über 0,2 mV.

Nach dem Herzinfarkt beobachtet auch er eine ST-Streckenelevation.

Eine T-Wellenpositivierung unter Belastung deutet er auf zwei verschiedene Arten:

Einerseits könne sie durch eine Steigerung der Koronardurchblutung bei der Arbeitsbelastung zustande kommen, andererseits bestehe die Möglichkeit einer ischämischen Reaktion, wobei die bestehenden EKG-Veränderungen durch entgegengerichtete elektromotorische Kräfte neutralisiert würden.

Tonkon (56) sieht eine unter Belastung auftretende horizontale bis deszendierende ST-Streckensenkung von mehr als 0,1 mV als eindeutig ischämische Reaktion an.

Er untersuchte die Übereinstimmung von ischämischer Reaktion im Belastungs-EKG und der Zahl der stenosierte Koronaräste im Koronarogramm.

Er fand, daß 42% derjenigen Patienten, bei denen ein Gefäß stenosiert war, eine ischämische Belastungsreaktion zeigten.

Patienten, bei denen zwei Gefäße stenosiert waren, zeigten bereits in 60% der Fälle eine positive Belastungsreaktion. Bei Patienten mit drei stenosierten Gefäßen waren es bereits 80%. Zwischen den Kollateralen, die sich ausgebildet hatten, und einer positiven bzw. negativen ischämischen Belastungsreaktion fand er keinen Zusammenhang.

Genau dieses Ergebnis bestätigt Hegemann (16) durch seine Untersuchungen.

eine falsch positive, ischämische Belastungsreaktion, welche sich in Form einer ST-Streckensenkung zeigt. Dies ist auch bei einem Teil des vorliegenden Patientengutes (siehe Tab. 23) nicht auszuschließen.

Außerdem beobachtet Le Winter (28) unter Digitalis eine QT-Verlängerung und eine T-Wellenabflachung im Belastungs-EKG.

Reindell (41) fand bei 8 - 20% seiner Patienten eine durch Digitalis hervorgerufene ST-Streckensenkung unter Belastung. Diese Patienten, die nachweislich nicht an Koronarinsuffizienz litten, zeigten unter Digitalis bei Belastung eine positive ischämische Reaktion.

Rutishauser (47) beschreibt eine falsch positive ST-Streckensenkung unter Digitalisanwendung, bei Hypokaliämie, Anämie und Hypertonie.

Goldschlager (13) beschreibt eine Verfälschung der Ergebnisse einer Ergometrie bei Digitalismedikation, bereits vorhandener Linkshypertrophie, Linksschenkelblock und labilem Endstreckenverhalten schon im Ruhe-EKG.

Thormann (53) führte bei neun Probanden ohne nachweisbare Herzerkrankung eine interessante Versuchsreihe durch. Er verfolgte die Belastungs-EKG-Verände-

rung mit und ohne dem Einfluß von Orcipernalin und Propanolol.

Bei einem Patienten bildete sich eine vorhandene T-Welleninversion durch Orciprenalin, Kalium und Propanolol zurück.

Bei einem anderen Patienten wurde ohne medikamentösen Einfluß während der Ergometrie im EKG ein Linksschenkelblock mit T-Welleninversion beobachtet, der sich spontan wieder zurückbildete.

Man sieht an diesen Versuchen, daß Medikamente einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf das Belastungs-EKG haben und daß nicht allen EKG-Veränderungen, die während der Belastung vorübergehend auftreten, ein pathologischer Wert beizumessen ist.

EKG-Veränderungen müssen sich nicht immer während der Belastung manifestieren, oft treten sie erst in der Erholungsphase auf. Deshalb sollte man auch dem EKG-Verhalten nach der Ergometrie Aufmerksamkeit schenken.

Beim vorliegenden Patientengut bestehen hinsichtlich des EKG-Verhaltens in der Erholungsphase prae- und postoperativ in allen drei Gruppen annähernd gleiche Verhältnisse (Tab. 14):

Etwa die Hälfte aller Patienten zeigt in dieser Phase eine Rückbildung der EKG-Veränderungen zur Ausgangssituation.

Der andere Teil zeigt während und nach der Belastung entweder keine EKG-Veränderungen oder ein Fortbestehen der während der Belastung bereits aufgetretenen EKG-

Veränderungen.

Nur ein geringer Prozentsatz reagiert erst in der Erholungsphase mit EKG-Veränderungen in Form von Ischämiezeichen oder Extrasystolen.

Alle entscheidenden EKG-Veränderungen treten überwiegend bei der Belastung auf, während sich das EKG-Bild in der Erholungsphase weitgehend normalisiert.

Laut Goldschlager (13) sind ischämische EKG-Veränderungen in der Erholungsphase genauso zu bewerten wie während der Belastung.

Ihrer Meinung nach ist ein Auftreten von ischämischen Zeichen in dieser Phase darauf zurückzuführen, daß durch die eintretende Frequenzerniedrigung ein myokardialer Sauerstoffmangel entsteht.

Die Abbruchkriterien für die Ergometrie sagen etwas über die Belastungsgrenze des Patienten aus.

Beim vorliegenden Patientenkollektiv erhielt man folgende Ergebnisse:

Postoperativ mußte eine Ergometrie wesentlich seltener wegen pektanginöser Beschwerden abgebrochen werden als praeoperativ.

Offenbar liegt hier eine Abnahme der subjektiven Beschwerden bei der Belastung vor. Dafür spricht auch die Tatsache, daß eine ST-Streckensenkung postoperativ ebenso häufig ein Grund zum Ergometrieabbruch war wie praeoperativ, dagegen eine ST-Streckensenkung mit pektanginösen Beschwerden bei allen Gruppen nach der Opera-

tion seltener vorkam.

Eine pulsfrequenzmäßige Ausbelastung war postoperativ in Gruppe I und III bei mehr Patienten möglich.

Hier handelt es sich um eine deutliche Zunahme der postoperativen Leistungsfähigkeit, da diese Patienten bis zur submaximalen Leistungsgrenze (Pulsfrequenz = $200 - \text{Alter}$) belastet werden konnten.

In Gruppe II war ein erhöhter Blutdruck unter Belastung postoperativ auffallend oft ein Abbruchkriterium.

Das Problem der Hypertonie wurde bereits beim Blutdruckverhalten unter Belastung auf Seite 85 erörtert.

Die Festlegung der Abbruchkriterien erfolgte in Anlehnung an Halhuber (14), der bei der Ergometrie von Herzinfarktpatienten im Rehabilitationszentrum Höhenried genauso vorgeht.

Auch Mellerowicz (34) und Reindell (41) geben die gleichen Richtlinien für den Abbruch einer Belastung an.

Tonkon (56) beendet eine Ergometrie beim Auftreten von Angina pectoris, Erschöpfung, Tachyarrhythmie und bei einer horizontalen ST-Streckensenkung von über 0,1 mV. Beim vorliegenden Patientengut hat sich jedoch gezeigt, daß das Pulsfrequenz- und Blutdruckverhalten ebenfalls ein entscheidendes Kriterium für den Abbruch einer Belastung darstellt.

Für die Beurteilung eines Operationserfolges ist das

Befinden eines Patienten genauso wichtig wie die objektiv gemessene Leistung in Watt.

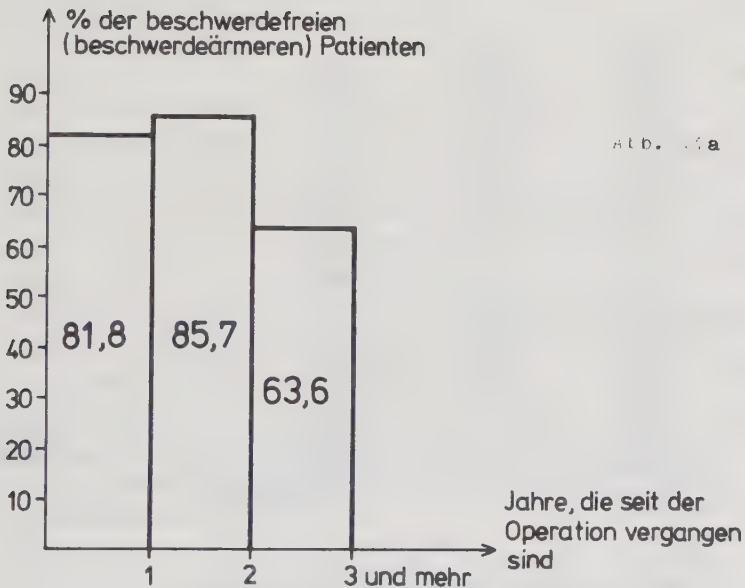
Aus diesem Grund wurde jeder Patient nach seinen Beschwerden refrakt.

Tab. 16 zeigt das eindeutige positive Ergebnis, daß in Gruppe I 81,8% der Patienten weniger Beschwerden als vor der Operation haben oder gar beschwerdefrei sind. In Gruppe II sind es 85,7% und in Gruppe III 63,6%. Demgegenüber stehen 18,2% der Patienten in Gruppe I, 14,3% in Gruppe II und 36,4% in Gruppe III, welche die gleichen Beschwerden wie vor der Operation oder gar stärkere Schmerzen haben.

Hier kann man von einer eindeutigen, postoperativen Abnahme der subjektiven Beschwerdesymptomatik sprechen, welche sehr gut mit einer Zunahme der gemessenen Leistung korreliert (Vergleich zwischen Tab. 2 und 16).

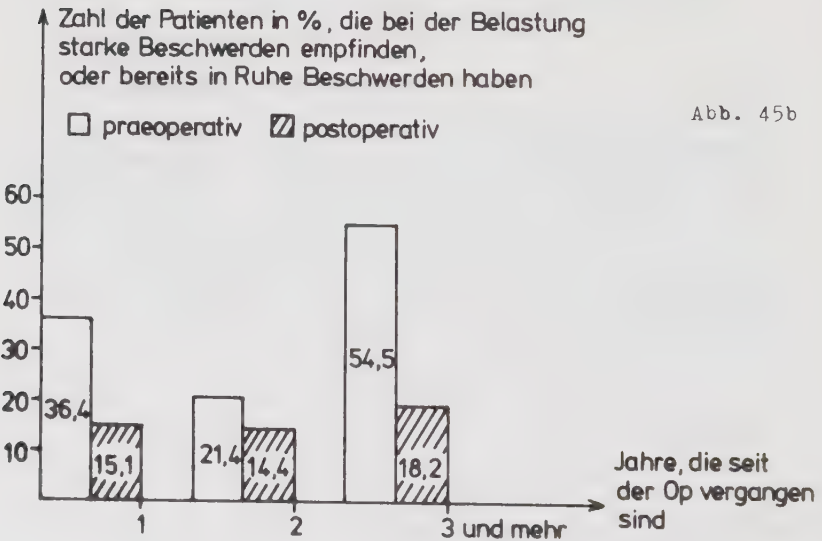
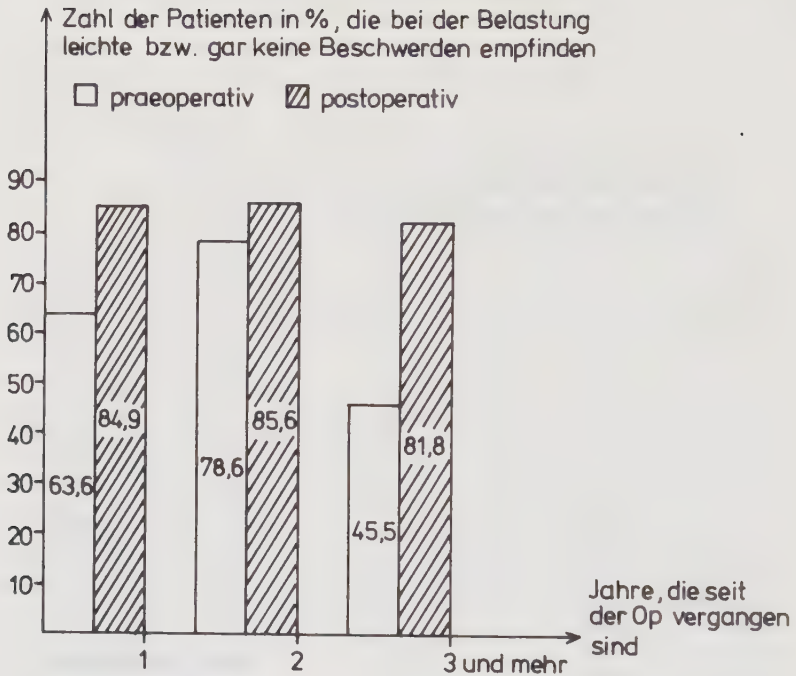
Das beste Ergebnis zeigt hier ebenso wie bei der Leistungsmessung das Kollektiv aus Gruppe II, das schlechteste Ergebnis liefert Gruppe III (Vergleich zwischen Abb. 44 und Abb. 2).

Glassmann (12) fand bei seiner Nachuntersuchung von bypass-operierten Patienten ebenfalls einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Beschwerdesymptomatik und der objektiv meßbaren Ergometrieleistung dieser Patienten.



Lichtlen (30) erhielt von allen seinen Patienten, deren Ergometerleistung sich postoperativ deutlich verbessert hatte, eine Bestätigung über die gleichzeitige Zunahme ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit.

So stimmen die Ergebnisse beim vorliegenden Patienten-gut durchaus mit den in der vergleichenden Literatur beschriebenen überein.



Noch wichtiger als das Befinden der Patienten in Ruhe sind die Beschwerden, die unter Belastung auftreten. Hier findet man, wie Tab. 17 zeigt, in allen drei Gruppen das gleiche, positive Ergebnis:

Es ist eine eindeutige postoperative Zunahme derjenigen Patienten zu erkennen, die keine Beschwerden bei der Belastung empfinden, obwohl (wie aus Tab. 2 und 3 zu entnehmen ist) durchschnittlich mehr Watt geleistet werden als vor der Operation (Abb. 45a).

Man erkennt in allen Gruppen gleichzeitig einen postoperativen Rückgang der Zahl der Patienten, die bei der Belastung starke Beschwerden haben (Abb. 45b).

In Gruppe II und III gibt es postoperativ einige Patienten, die bereits in Ruhe Beschwerden haben.

Doch hat dieser geringe Prozentsatz im Hinblick auf die große Zahl von beschwerdearmen bzw. -freien Patienten keine Bedeutung.

Interessant ist auch der Zusammenhang zwischen der vor und nach der Operation gemessenen Leistungen in Watt und den unter Belastung auftretenden Beschwerden:

Hier liefert uns Tab. 18 ein eindeutiges Ergebnis.

In allen Gruppen sieht man praeoperativ eine relativ große Zahl von Patienten mit Beschwerden bei der Belastung und schlechter Leistung in Watt.

Postoperativ hat sich diese Zahl deutlich verringert. Dafür findet man postoperativ eine auffällige Zunahme derjenigen Patienten, die keine Beschwerden bei der Belastung haben und mehr Watt als vor der Operation

leisten.

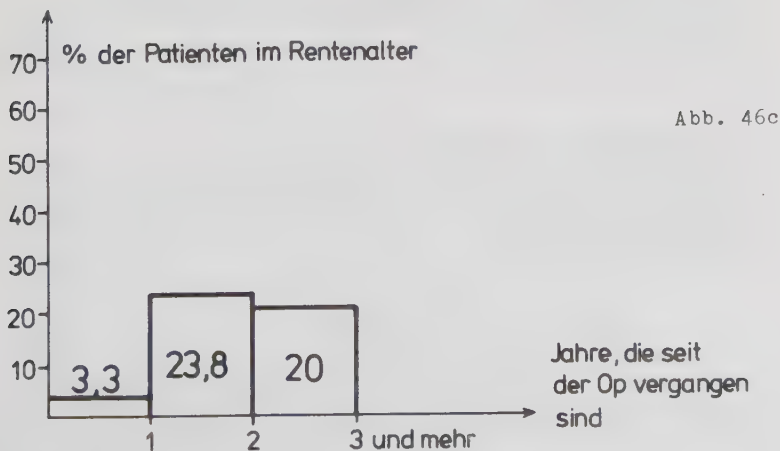
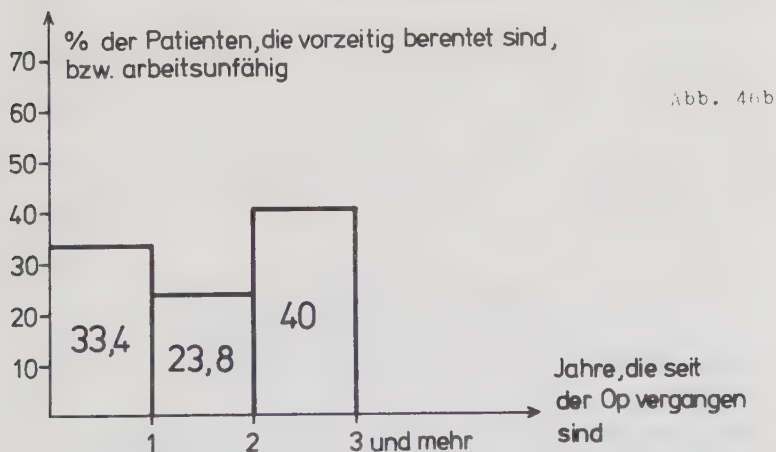
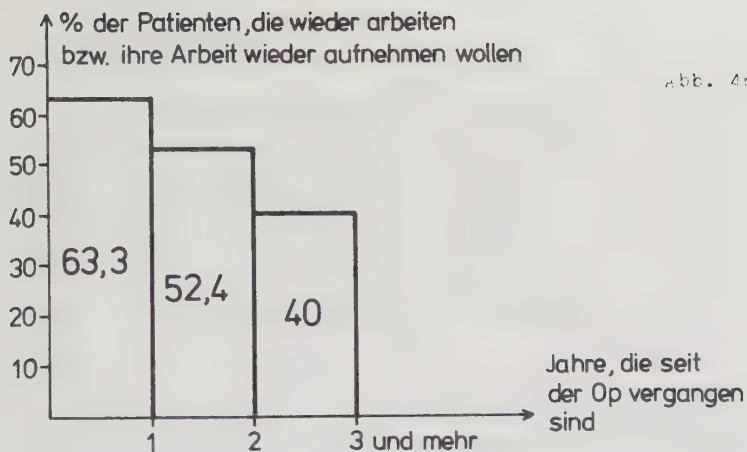
Dies zeugt von einem deutlichen postoperativen Leistungszuwachs, der einhergeht mit verminderter Beschwerdesymptomatik.

Nun gilt es, die Frage zu beantworten, ob ein Zusammenhang zwischen Beschwerden und EKG-Veränderungen in Form einer ST-Streckensenkung besteht.

Wie Tab. 19 zeigt, besteht sowohl prae- als auch postoperativ in allen Gruppen eine vollkommen willkürliche Verteilung des Patientengutes auf die möglichen Kombinationen von ST-Streckensenkungen und Beschwerden.

Eine klare Abhängigkeit ist keinesfalls zu erkennen. Man kann demnach bei einem Patienten, der über starke prae-kardiale Schmerzen klagt, nicht zwangsläufig eine ST-Streckensenkung im EKG erwarten, genauso wenig wie eine ST-Streckensenkung im EKG pektanginöse Beschwerden impliziert.

Ein entscheidendes Kriterium bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Patienten ist seine Aktivität im Berufsleben. Hier gibt es für die einzelnen Gruppen laut Tab. 20 folgendes Verteilungsmuster:



An Hand dieser graphischen Darstellung läßt sich deutlich erkennen, daß die Zahl derjenigen Patienten, die postoperativ ihre Arbeit wieder aufnehmen von Gruppe I bis Gruppe III kontinuierlich abfällt (Abb. 46a). Hierzu paßt auch die Beobachtung, daß sich die Zahl derjenigen Patienten, die postoperativ mehr Watt leisten von Gruppe I bis zu Gruppe III deutlich verringert (Tab. 2 und Seite 75).

Es scheinen die postoperative Arbeits- und Leistungsfähigkeit mit wachsendem Abstand von der Operation nachzulassen.

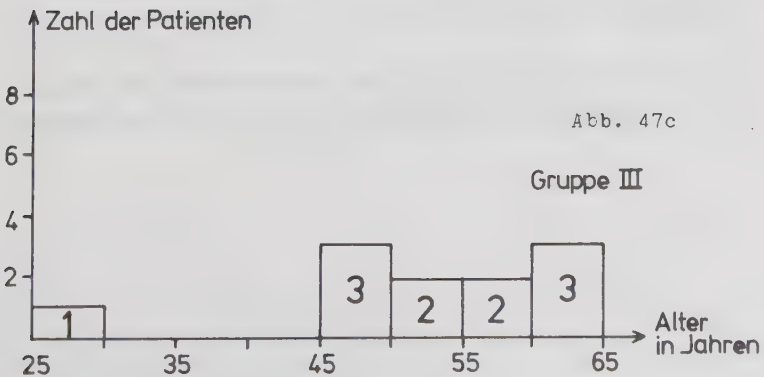
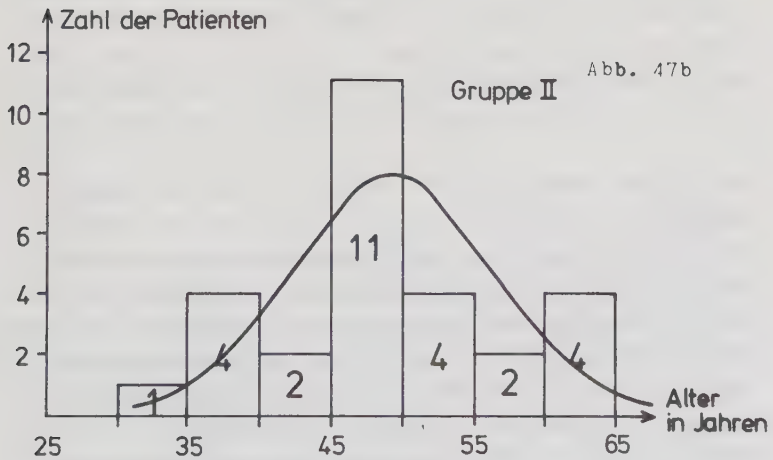
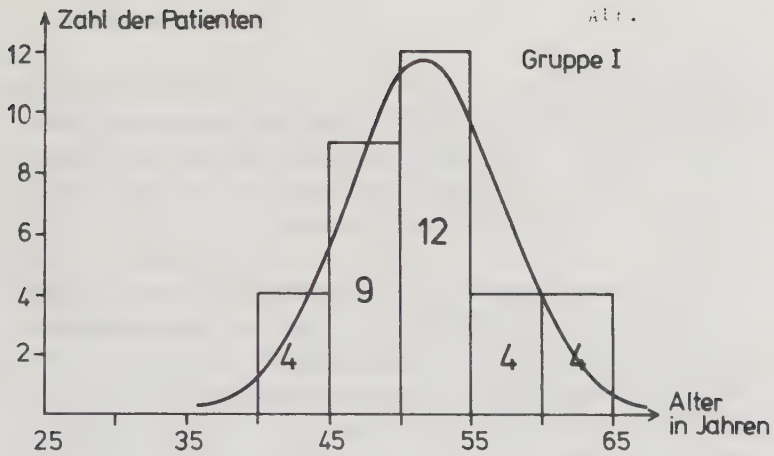
Eventuell ist dieses Phänomen durch einen Verschluß des angelegten Bypasses zu erklären.

Die Zahl der Patienten im Rentenalter ist in Gruppe I am niedrigsten, in Gruppe II am höchsten. in Gruppe III wieder geringer (Abb. 46c).

Auf Grund dieser Beobachtung kann man nicht behaupten, die Verringerung der arbeitsfähigen Patienten in Gruppe III beruhe auf einem höheren Anteil an berenteten Patienten.

In dieser Gruppe läßt eindeutig die Arbeitskraft der Patienten nach, was auch durch die größte Zahl an arbeitsunfähigen bzw. vorzeitig berenteten Patienten in Gruppe III bewiesen ist (Abb. 46b).

Als Ergänzung der Daten über die Arbeitsfähigkeit der Patienten in den einzelnen Gruppen ist es sinnvoll, eine genauere Darstellung der Altersverteilung in den einzelnen Gruppen zu liefern.



Man erkennt an Hand von Abb. 47 a - c, daß in allen Gruppen hinsichtlich der Altersverteilung eine große Streubreite besteht. Eine annähernd gleichmäßige Altersverteilung liefern nur Gruppe I und Gruppe II, während Gruppe III eine willkürliche Verteilung zeigt.

Wie bereits auf Seite 77 abgehandelt wurde, besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und der postoperativen Leistungsfähigkeit.

Auch zwischen mittlerem Alter und Arbeitsfähigkeit kann man keinen Zusammenhang finden.

Denn in Gruppe III liegt die Arbeitsfähigkeit erheblich niedriger als in Gruppe I, obwohl das gleiche mittlere Alter vorliegt.

Entscheidend scheint einzig und alleine der Zeitabstand von der Operation zu sein.

Körperliche Betätigung ist ein Maß für die Leistungsfähigkeit des Patienten.

Nach ihrer körperlichen Betätigung befragt, gaben die Patienten sehr unterschiedliche Aktivitäten an:

Häufig genannt wurden Spazierengehen, Radfahren, Schwimmen, selten Skilanglauf, Skifahren und Bergsteigen.

Es fand sich in allen Gruppen eine Mehrzahl von Patienten, die sich körperlich betätigen (Tab. 22).

Auch dies spricht für eine gute Leistungsfähigkeit der Patienten nach der Operation.

Nicht nur hinsichtlich der EKG-Veränderungen und des Puls- und Blutdruckverhaltens in Ruhe und unter Belast-

ung, sondern auch im Hinblick auf den Gesundheitszustand der Patienten, ist es wichtig zu registrieren, welche Medikamente sie postoperativ einnehmen.

Hierüber gibt Tab. 23 Aufschluß:

Über die Hälfte der Patienten aller Gruppen steht unter Digitalistherapie. β -Rezeptorenblocker werden von den Patienten in Gruppe II und III häufig, in Gruppe I dagegen seltener angewandt, d. h. in der leistungsfähigsten Gruppe werden auch weniger Medikamente benötigt, die den Sauerstoffverbrauch des Herzmuskels einschränken.

Bei etwa der Hälfte der Patienten wendet man in allen Gruppen noch eine Antikoagulantientherapie an.

Auffallend hoch ist die Zahl derjenigen Patienten in Gruppe III, die von Nitropräparaten abhängig ist.

Dies spricht für eine Mangeldurchblutung des Myokards und für das Vorhandensein von pektanginösen Beschwerden in dieser Gruppe.

Auch dieser Befund paßt in das Bild der schlechteren Arbeitsleistung und Leistungsfähigkeit in Gruppe III.

Auch benötigen alle Patienten aus Gruppe III Medikamente, während in Gruppe I und II immerhin einige Patienten ohne Medikamente auskommen.

Leider ist dieses Patientenkollektiv sehr klein. In Gruppe II fällt ein erhöhter Bedarf an Antiarrhythmika auf. Die Neigung zu Arrhythmien wurde bereits beim Belastungs-EKG beschrieben (Seite 92).

Auf Grund der vier Einzelfallbeschreibungen läßt sich

folgende Aussage treffen:

Gute postoperative Ergebnisse nach Anlage eines aorto-coronaren Bypass sind nur dann zu erwarten, wenn alle wesentlichen Stenosen ausreichend überbrückt sind, der Herzmuskel in seiner Kinetik nicht erheblich eingeschränkt ist und die angelegten Venentransplantate durchgängig sind.

So ist für Lichtlen (30) eine Indikation zur direkten Revaskularisierung der Koronarien nur dann gegeben, wenn es sich um isolierte Stenosen handelt und eine gute Ventrikelfunktion vorliegt.

Tilkian (54) erkannte eine direkte Abhängigkeit der postoperativen Leistungsfähigkeit, dem Auftreten von ST-Streckensenkungen und pektanginösen Beschwerden von der Durchgängigkeit der angelegten aorto-coronaren Bypässe.

Auch Apstein (1) fand bei seinen Untersuchungen eine wesentliche Verschlechterung der Ventrikelfunktion bei verschlossenem Venentransplantat.

Damit bestätigt die in der Literatur beschriebenen Untersuchungsergebnisse die Erfahrung beim vorliegenden Patientengut.

V. Zusammenfassung.

Im Zeitraum vom 1.10.1973 bis zum 1.2.1977 wurde in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen ein Kollektiv von 72 Patienten, die einen aorto-coronaren Bypass erhalten sollten bzw. erhielten, prae- und postoperativ folgender Diagnostik unterzogen:

EKG, Phono- und Apexkardiogramm, Carotis-, Femoralis- und Jugularispulskurven, Ergometrie mit laufender EKG- und Blutdruckkontrolle. Die Ergometrie wurde in 3-minütigen Belastungsstufen von 25 Watt bei einer Pedalumdrehung von 50/Min. durchgeführt, und ihr Abbruch erfolgte nach bestimmten, vorher festgelegten Kriterien.

Je nach dem Termin ihrer postoperativen Untersuchung wurden die Patienten in Gruppen eingeteilt:

Gruppe I 1/2 bis 1 Jahr, Gruppe II 1 bis 2 Jahre, Gruppe III 2 bis 4 Jahre postoperativ.

Die prae- und postoperativ gemessenen Leistungen in Watt ergeben, daß die mittlere maximale Leistung bei allen Gruppen postoperativ höher liegt. Die kurze Zeit nach der Operation erbrachte Leistung ist relativ hoch, jedoch sinkt sie mit wachsendem Zeitabstand von der Operation ab. Genauso verhält es sich mit der postoperativen Arbeitsfähigkeit. Man kann demnach sagen:

Mit wachsendem Zeitabstand von der Operation nehmen Arbeits- und Leistungsfähigkeit der Patienten ab. Hinsichtlich der Zahl der angelegten aorto-coronaren Bypässe und

der postoperativen Leistung der Patienten zeigt sich kein Zusammenhang.

Auch die unmittelbar postoperativ im Venentransplantat gemessene Flußrate hat keine Auswirkung auf die postoperative Leistungsfähigkeit.

Die Mittelwerte für die während der Belastung erreichte maximale Pulsfrequenz liegt in allen Gruppen postoperativ höher. Dies spricht für eine gesteigerte Belastbarkeit. Der Ruhepuls ist postoperativ annähernd unverändert. Beim Ruheblutdruck stellt man postoperativ eine Zunahme der Hypertoniker und gleichzeitig eine Abnahme der Hypotoniker fest. Auch der mittlere arterielle Blutdruckwert in Ruhe ist in allen Gruppen postoperativ höher. Hinsichtlich der relativen Austreibungszeit stellt man postoperativ keine wesentlichen Veränderungen fest. Auch die Mittelwerte liegen prae- und postoperativ dicht beieinander.

Im Ruhe- und Belastungs-EKG sieht man allen Gruppen sowohl prae- als auch postoperativ Zeichen einer Mangel-durchblutung des Myokards. Außerdem beobachtet man postoperativ während der Belastung eine stärkere Sensibilisierung des Reizleitungssystems für ektopische Impulse in Form eines häufigeren Auftretens von Rhythmusstörungen.

Das EKG in der Erholungsphase zeigt sowohl prae- als auch postoperativ keine neuen Veränderungen.

Im Bezug auf die Abbruchkriterien der Ergometrie ist die ST-Streckensenkung prae- und postoperativ ein häufiges

Abbruchkriterium.

Postoperativ können mehr Patienten pulsfrequenzmäßig ausbelastet werden.

Die Mehrzahl der Patienten bestätigt postoperativ einen Rückgang ihrer pektanginösen Beschwerden. Diese postoperative Abnahme der Beschwerdesymptomatik korreliert sehr gut mit der gemessenen Leistungszunahme.

Fs besteht in keiner Gruppe, weder prae- noch postoperativ, ein Zusammenhang zwischen einer ST-Streckensenkung im Belastungs-EKG und auftretenden pektanginösen Beschwerden. Erfreulich ist die Tatsache, daß die Mehrzahl aller Patienten sich seit der Operation körperlich betätigen. Medikamentenabhängig sind fast alle Patienten. Digitalispräparate und Antikoagulantien werden am häufigsten angewandt.

Abschließend läßt sich auf Grund der hier durchgeführten ergometrischen Belastungstests aussagen:

Bei strenger Operationsindikation hinsichtlich Art und Zahl der Coronarstenosen in Abhängigkeit von der Herzmuskelfunktion und ausreichender chirurgischer Erfahrung ist die Anlage eines aorto-coronaren Bypasses weiterhin eine echte Chance für die Therapie der koronaren Herzkrankung. Gute Ergebnisse erreicht man vor allem im Bezug auf die Kurzzeitprognose, während die Langzeitprognose etwas ungünstiger ausfällt.

VI. Literaturverzeichnis

1. Apstein, C.S., S.A. Kline,
D.C. Levin, H.A. Baltaxe,
T. Killip
Left ventricular performance
and graft patency after coronary artery saphenous vein
bypass surgery.
Early and late follow up.
Amer. Heart J.
Vol. 93 Nr. 5 May 1977
Page 547 - 556
2. Bädeker, W., H. Sebening,
A. Wirtzfeld, H. Blömer,
L. Lutilsky
Die Prinzmetal Angina pectoris
Dtsch. med. Wschr.
Nr. 99 (1974)
S. 2008 - 2013
3. Becker, H.J., K.U. Hoffmann,
G.E. Schäfer, M. Kaltenbach
Das Belastungs-EKG bei Zustand nach Herzinfarkt
Dtsch. med. Wschr.
Nr. 99 (1974)
S. 2078 - 2088
4. Blohmke, M.
Belastungstest des Kreislaufs
in Epidemiologie und Präventivmedizin
Dr. Alfred Hüthig Verlag
Heidelberg 1969
Band 50

5. Day.L.J., G.E.Thibault
E.Sowton
Acute coronary insufficiency
Review of 46 patients
Brit. Heart J.
Vol. 93 Nr. 4 April 1977
Page 363 - 369
6. Dittrich, H.
Ergebnisse der Koronarchirurgie
Dtsch. Arzteblatt, Heft 10
10.März 1977
S. 643 - 648
7. Dittrich, H.
Surgical therapy of coronary
heart disease
In: Coronary heart disease
hersg. v. M.Kaltenbach,
P.Lichtlen,G.C. Friesinger
Thieme Stuttgart 1973
8. Dittrich,H.
Hegemann, G.
Experiences with the aorto-
coronary bypass and the Vine-
berg-Operation
In: Coronary heart disease
hersg. v. M. Kaltenbach,
P.Lichtlen, G.C.Friesinger
Thieme Stuttgart 1973
S. 254 - 264
9. Favaloro, R.G.
Saphenous vein graft in the
Surgical treatment of coronary
artery disease
H.thoroc. cardiovasc.Surg. 58
(1969) 178

10. Fruehan, C.F., L.W. Johnson,
J.L. Potts, R.H. Eich, H. Smulyan,
B. Parker
Follow up catheterization of
patients with myocardial in-
farction during coronary ar-
tery bypass surgery
Amer. Heart J.
Vol. 91 Nr. 2 Feb. 1976
Page 186 - 189
11. Gebhardt, W.
Koronarinsuffizienz
Freiburger Fortbildungskurse
Band 2
Hippokrates Verlag
Stuttgart 1967
12. Glassmann, E., F.C. Spencer,
D.A. Tice, B. Weisinger
G.E. Green
What percentage of patients
with angina pectoris are can-
didates for bypass graft?
Cardiovasc. Surgery
Nr. 34 1970 S. 101
13. Goldschlager, N.
Mit dem Tretmühlenbelastungs-
test zur Vorhersage der schwe-
re einer Koronarerkrankung
Kard. Aktuell
5. Jahrgang Nr. 3 August 1977
14. Halhuber, M.J.
Praeventive Kardiologie
Urban und Schwarzenberg Verl.
München 1972

15. Hamby, R.I., A. Aintablian,
B.G. Wisoff, M.L. Hartstein
Comparative study of the post-
operative flow in the saphenous
vein and internal mammary artery
bypass grafts
Amer. Heart J.
Vo. 93 Nr. 3 March 1977
Page 306 - 316
16. Hauss, W.H.
Koronarsklerose und Herzinfarkt
Thieme Verlag
Stuttgart 1976
17. Hegemann, G., F. Gall,
K. Bachmann, M. Kaltenbach
Direkte Rekonstruktion bei
Koronarsklerose durch aorto-
coronaren Bypass
Dtsch. med. Wschr.
Nr. 13 März 1970
S. 662 - 666
18. Heinecker, R.
Über Anwendung, Ausführung, Be-
wertung des sogenannten Belast-
ungs-EKG's
Dtsch. med. Wschr.
Nr. 1 Januar 1965
S. 1493 - 1497
19. Herberden, W.
Some account of a disorder of
the breast
Med. Transactions, Bd. II
London 1772
nach Hauss, W.H.: Koronarsklerose
und Herzinfarkt
Thieme Verlag Stuttgart 1976

20. Hill, D., J. Kerth
J. J. Kelly, A. Selzer,
W. Armstrong, R. W. Popper,
M. F. Langston, K. E. Cohn
Emergency aorto-coronary bypass
for impending or extending myo-
cardial infarction
Cardiovasc. Surgery
Nr. 34 1970 S. 105
21. Holzmann, M.
Die Behandlung der Angina pectoris
Dtsch. med. Wschr.
Nr. 48 November 1965
S. 2161 - 2163
22. Kaltenbach, M.
Die Belastungsuntersuchung von
Herzkranken
Reihe kardiolog. Diagnostik
Böhringer Mannheim 1974
23. Kohn, H.
Zur Geschichte der Angina Pectoris
Z. Klin. Med. 106 (1927)
nach Hauss, W.H.: Koronarsklerose
und Herzinfarkt
Thieme Verlag Stuttgart 1976
24. Krehan, L., G. Kober,
H. J. Becker, M. Kaltenbach
Koronarangiographische Befunde bei
Prinzmetalangina und ST-Anhebung
im Belastungs-EKG
Dtsch. med. Wschr. Nr. 25
S. 947 - 953 18. Juni 1976
25. Kriehuber, E.
Das EKG nach Operationen am Herzen
und an den großen Gefäßen
Thieme Verlag Stuttgart 1968

25. Kubicek, F. Ergometrische Untersuchungen bei der koronaren Herzkrankheit
Herz-Kreisl. 5 (1973) 363
27. Vübler, W., L. W. Schütz, J. A. Gries, H. Klinger, T. Woschinsky, L. Loogen, F. H. Vogelberg
Periphere arterielle Verschlusskrankheit, angiographisch nachweisbare Koronarsklerose und Konstellation von Risikofaktoren bei Patienten mit pektanginösen Beschwerden.
Dtsch. med. Wschr. Nr. 99 1974
S. 2201 - 2206
28. Le Winter, M. M., M. H. Crawford, R. A. O'Rourke, J. S. Karliner
The effects of oral propranolol, digoxin and combination therapy on the resting and exercise - eeg
Amer. Heart J.
Vol. 93 Nr. 2 Februar 1977
Page 202 - 209
29. Lichtlen, P. Prinzmetal Angina oder Variant Form der Angina Pectoris
Dtsch. med. Wschr.
Nr. 100 1975 S. 1977 - 1978
30. Lichtlen, P. Zur Stellung der direkten chirurgischen Revaskularisation in der Angina Pectoris Therapie
Dtsch. med. Wschr. Nr. 100
1975 S. 2399 - 2400

31. Lydtin, H. Die medikamentöse Blockade der
adrenergen β -Rezeptoren
Dtsch. med. Wschr. Nr. 93
Marz 1967 S. 401 - 404
32. Mc Conahay, D.R.,
B.D. Mc Callister,
R.E. Smith Postexercise electrocardiography
correlations with coronary arterio-
graphy and left ventricular hemody-
namics
Amer. J. Cardiol. 28 (1971) 1
33. Meesmann, W. Die Dosisabhängigkeit von Koronar-
Kollateralen bei Anwendung von Koro-
nardilantantien
Dtsch. med. Wschr. Nr. 28
15. Juli 1966 S. 1260 - 1261
34. Mellerowicz, H. Ergometrie
Grundriß der medizinischen Leistungs-
messung
Urban- und Schwarzenberg Verlag
München - Berlin - Wien 1975
35. Meyer, W., A. Düx,
A. Schade, P. Thurn Vergleich zwischen EKG und Koronar-
ogramm bei Koronarsklerose
Dtsch. med. Wschr. 1969
Nr. 1 S. 756 - 759

36. Wönnighoff, W.,
J. Jaraus, F. Bender
Die Bedeutung der röntgenologisch
sichtbaren Herzkranzgefäßverkal-
kungen
Z. Kardiologie Band 66
Heft 1 Januar 1977
S. 10 - 13
37. Niederer, W.
Aussagekraft des Belastungs-EKG's
im Vergleich mit der Koronarangi-
ographie
Z. Kardiol. Suppl. 1 (1974) 17
38. Pauker, S.G.
Surgical therapy for coronary
artery disease
Amer. Heart J.
Vol. 93 Nr.5 May 1977
Page 543 - 547
39. Petersen, P., H.J. Becker,
T. Korin, M. Kaltenbach
Aussagewert von ischämischen EKG-
Veränderungen unter körperlicher
Belastung
In: Fortschritte der Diagnostik
und Therapie des Herzinfarktes
und seiner Folgen.
Z. Kardiol. Suppl. 1 (1974) 37
40. Raff, U., A. Hepp
Der Einfluß von Antiarrhythmika
auf das Belastungs-EKG
Z. für Kardiol. Band 66
Heft 2 S. 61 - 66 Februar 1977

41. Reindell, H., K. König,
H. Roskamm Funktionsdiagnostik des gesunden
und des kranken Herzens
Thieme Verlag, Stuttgart 1967
42. Riecker, G. Wertigkeit klinischer Belastungs-
prüfung bei koronarer Herzkrankheit
Dtsch. med. Wschr. Nr. 98 1973
S. 891 - 892
43. Roskamm, H., C. Hahn Ventricular function during rest
and exercise
Springer-Verlag, Berlin 1976
44. Roskamm, H., H. Weidemann Der Einfluß von Propandol und
K. Schnellenbacher, Nitroglycerin auf das EKG und die
H. Reindell, H. V. Heesemann, intrapulmonalen Drucke während
G. Blümchen, D. Suplie, der Belastung von Angina-Pectoris-
B. Peters Patienten
Dtsch. med. Wschr. Nr. 52 1970
S. 2593 - 2599
45. Rothlin, M. Indikationen der chirurgischen
Therapie oder Angina Pectoris
Dtsch. med. Wschr. Nr. 98 1973
S. 893 - 894
46. Rudolph, W., A. Schinz Diagnostik der koronaren Herzer-
krankung
Internist 13 1972 S. 366

47. Putishauser, W. Belastungstest bei koronaren Durchblutungsstörungen
Dtsch. med. Wschr. Nr. 52
Dezember 1970
S. 2617 - 2618
48. Samek, L., P. Rentrop, P. Kaiser, H. Roskamm, P. Stürzenhofecker, R. Schober, L. Görnandt Das Belastungs-EKG im chronischen Infarktstadium
Z. Kardiol., Suppl. 1974 18
49. Schnabel, K.H., V. Schulz, W. Schmidt, H. Just Zum Verhalten kardiopulmonaler Funktionsparameter in Ruhe und unter ergometrischer Belastung bei Myokardinfarktpatienten in der späten Rehabilitationsphase
Klin. Wschr. Nr. 55 April 1977
Heft 7 S. 317 - 322
50. Schriber, K., W. E. Meier A. Senning Die chirurgische Therapie der koronaren Durchblutungsstörungen
Dtsch. med. Wschr. 20. Mai 1970
S. 1127 - 1128
51. Speckmann, K., H. Klensch F. K. Mätzkel, I. D. Meyer Untersuchungen zur Frühdiagnose der Angina Pectoris
Dtsch. med. Wschr. Nr. 34
August 1976 S. 1493 - 1497

52. Starr, I., H.Mc Vaugh Early and late effects of the coronary bypass operation on cardiac contractility and coordination
Amer. Heart J. August 1975
Vol. 90 Nr. 2
Page 179 - 189
53. Thormann, J., F. Schwarz Labile Endstreckenveränderungen des Belastungs-EKG's bei Patienten ohne nachweisbare Herzerkrankungen
Dtsch. med. Wschr. Nr. 100
1975 S. 755 - 759
54. Tilkian, A.G., J.F. Pfeifer The effect of the coronary bypass surgery on exercise induced ventricular Arrhythmias
W.H. Barry, M.J. Lipton
B.N. Hultgren
Amer. Heart J. December 1976
Vol. 92 Nr. 6
Page 707 - 713
55. Tilsner, V., M. Scherf Früherfassung von bedrohlichen Kreislaufsituationen durch die Intensivüberwachung
Dtsch. med. Wschr. Nr. 43
27. Oktober 1967 S. 1971 - 1974

56. Tonkon, J., R.R. Miller, Multifactor evaluation of the
A.N.de Maria, L.A. Vismara, determinants of ischemic electro-
W.A. Amsterdam, D.T. Mason cardiographic response to maximal
treadmill testing in coronary heart
disease
Amer. J. of Medicine March 1977
Vol. 62 Page 339 - 346
57. Westermann, K.W. Das Belastungs-EKG
Dtsch. med. Wschr. Nr. 9
Februar 1969 S. 439 - 440
58. Zilcher, H., P. Probst, Korrelation von EKG, Koronarangi-
H. Koller, O. Pachinger gramm und Ventrikulogramm bei koro-
narer Herzkrankheit
Z. Kardiol. Suppl. 1 1974 12

Für die Überlassung des Themas
danke ich

Herrn Professor Dr. med. R. Leutschaft

Für die aktive Unterstützung bei der Durch-
führung meiner praktischen Untersuchungen
danke ich

Frau K. Krebs

Lebenslauf

Am 23.5.1954 wurde ich als Tochter des Architekten Hans Leopold Seger und der Arzthelferin Ursula Seger (geborene Tosch) zu Nürnberg geboren.

Im Herbst 1960 trat ich in die Hauptschule Nürnberg Buchenbühl, Kalchreuther Str.130 ein.

Nachdem ich dort vier Schuljahre absolviert hatte, trat ich im Herbst 1964 in das Labenwolfsgymnasium in Nürnberg über.

Nach acht Jahren Ausbildung, vor allem auf neusprachlichem Gebiet, erlangte ich im Juni 1972 das Abitur. Zum Wintersemester 1972/73 begann ich das Studium der Medizin an der Friedrich-Alexanderuniversität Erlangen-Nürnberg.

Ich verbrachte mein gesamtes Studium an gleichnamiger Universität.

Im Sommersemester 1974 legte ich das Physikum ab und ein Jahr später den ersten Teil des Staatsexamens.

Im Wintersemester 1977/78 bestand ich den zweiten Teil des Staatsexamens.

Das praktische Jahr absolvierte ich an der 1.Chirurgischen und der 5.Medizinischen Klinik des Klinikums Nürnberg und an der Dermatologischen Universitätsklinik in Erlangen.

Den dritten Teil des Staatsexamens bestand ich am 8.5.1979.

